

Wichtige
Krankheiten der Waldbäume.

Beiträge zur Mycologie und Phytopathologie

für

Botaniker und Forstmänner

von

Dr. Robert Hartig,

Professor der Botanik an der Königl. Preuss. Forstakademie zu Neustadt-Eberswalde und Vorstand der pflanzenphysiologischen
Abtheilung des forstlichen Versuchswesens in Preussen.

Mit 160 Originalzeichnungen auf 6 lithographirten Doppeltafeln.

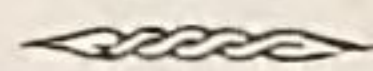
BERLIN, 1874.

Verlag von Julius Springer
Monbijouplatz 3.

77.12

Bot q. 88.

Wichtige Krankheiten der Waldbäume.



Beiträge zur Mycologie und Phytopathologie

für

Botaniker und Forstmänner

von

Dr. Robert Hartig,

Professor der Botanik an der Königl. Preuss. Forstakademie zu Neustadt-Eberswalde und Vorstand der pflanzenphysiologischen
Abtheilung des forstlichen Versuchswesens in Preussen.

Mit 160 Originalzeichnungen auf 6 lithographirten Doppeltafeln.

BERLIN, 1874.

Verlag von Julius Springer.

Monbijouplatz 3.



V o r w o r t.

Hiermit übergebe ich dem botanischen und forstlichen Publikum eine Reihenfolge von Untersuchungen, welche aus dem Bestreben hervorgegangen sind, den Schleier ein wenig zu lüften, welcher bisher über den meisten Krankheiten der Waldbäume ausgebreitet lag. Nachdem durch die Berufung auf den botanischen Lehrstuhl der Forstakademie zu Neustadt-Eberswalde meine praktische und wissenschaftliche*) Laufbahn als Forstmann ihre Endschaft erreicht hat, glaube ich durch die vorliegende Arbeit den Beweis geben zu können, dass ich Forstmann geblieben und Botaniker geworden bin.

Der Gefahren einer solchen Zwitterstellung bin ich mir wohl bewusst, glaube aber die Erfolge, die ich nach einer kurzen Uebergangszeit erreicht habe, in erster Linie dieser Stellung verdanken zu müssen.

Während schon lange die Krankheiten der landwirthschaftlichen Culturpflanzen erforscht und aufgeklärt sind, waren von den verbreitetsten Krankheiten der Waldbäume nur wenige überhaupt zur Untersuchung gezogen und auch diese wenigen noch keineswegs in befriedigender Weise aufgeklärt.

Es fehlt den Botanikern die Gelegenheit, im Walde zu beobachten und zu experimentiren, den Forstleuten andererseits an den erforderlichen botanischen Vorkenntnissen, da ein gründliches Studium der Mycologie billigerweise nicht vom Forstmann beansprucht werden darf.

So erklärt es sich, dass mir sofort eine grosse Anzahl von Krankheiten entgegentrat, von denen die meisten noch gar nicht, andere nur ungenügend beschrieben und untersucht worden sind.

*) R. Hartig: Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholzwirthschaft. Stuttgart bei Cotta 1868.

IV

Eine erste Reihenfolge meiner pathologischen Arbeiten veröffentliche ich schon jetzt in der Hoffnung, dass es mir möglich sein werde, in kurzer Zeit andere nachfolgen zu lassen.

Bin ich auch nur bei einer Anzahl von Krankheiten, zu denen allerdings gerade die wichtigsten zählen, zu dem, dem praktischen Forstmanne wichtigen Resultate gelangt, Mittel in Vorschlag bringen zu können, welche gegen dieselben in Anwendung gebracht werden können, so wird dem gebildeten Forstmanne die Aufklärung der Krankheitsursachen und Erscheinungen doch Befriedigung gewähren, wenn auch praktische Resultate nicht sofort daraus zu ziehen sind.

Mit demselben Rechte, mit dem wir verlangen, dass der Forstmann die seinem Walde schädlichen und nützlichen Insecten und deren Lebensweise kenne, wird man auch beanspruchen können, dass er die Krankheiten seiner Bäume und deren Ursachen zu beurtheilen vermag, selbst wenn ihm keine Mittel zu Gebote stehen, gegen dieselben einzuschreiten.

Dem Forstmanne zu Liebe habe ich in der Einleitung einen Ueberblick über die Morphologie und Physiologie der Pilze gegeben unter Hinweis auf die erläuternden Figurentafeln.

Um nicht durch zuviel Material das Verständniss der nachfolgenden Untersuchungen zu erschweren, ist alles dasjenige, was hierzu nicht nothwendig erschien, ausgeschlossen.

Wer sich eingehender für das Studium der Pilze interessirt, den verweise ich auf die meisterhafte Darstellung in: De Bary: Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig, Engelmann 1866; die ich dem Ueberblicke zu Grunde gelegt habe.

Für den Mycologen hat die Einleitung nur insofern Interesse, als ich in derselben auf diejenigen meiner Beobachtungen aufmerksam gemacht habe, welche von allgemeinem mycologischen Interesse sind.

Bei der grossen Fülle neuer Beobachtungen kam es mir darauf an, die Gelegenheit zu controlirenden Untersuchungen möglichst zu erleichtern und erfüllte ich desshalb gern den Wunsch des Herrn Baron von Thümen, für dessen Herbarium mycologicum oeconomicum die beschriebenen Parasiten einzusenden, soweit es mir möglich war, dieselben in so reichlicher Menge alsbald zu beschaffen, dass dieselben für die ganze Auflage dieses neuerdings im Buchhandel erschienenen Herbariums ausreichen.

Die meisten der von mir bearbeiteten Parasiten finden sich im Fascikel III. und zwar unter folgenden Nummern: Rhizomorpha subterranea Nr. 143. Rhizomorpha subcorticalis Nr. 192. Trametes Pini Fruchträger Nr. 136. Peridermium Pini corticola Nr. 190. Periderm. P. acicola Nr. 140. Caeoma pinitorquum Nr. 139. Caeoma Laricis Nr. 189. Peziza Willkommii Nr. 191. Hypoderma macrosporum

Nr. 79 Fasc. II. (daselbst irrthümlich als *Hyp. longisporium* benannt). *Hypoderma nervisequium* Nr. 43. Fasc. I. *Melampsora salicina* Nr. 142.

Die noch fehlenden werden vielleicht in späteren Fascikeln nachgeliefert werden. Gern bin ich bereit, Mycologen, welche zur Untersuchung reichlicheres Material zu haben wünschen, dieses zuzusenden, und werde ich jede Berichtigung oder Vervollständigung meiner Mittheilungen auf's Gewissenhafteste prüfen und event. dankbar acceptiren.

Wissenschaftlich nicht begründeten Erwiderungen, wie sie so oft den Vorurtheilen der verehrten Collegen von der grünen Farbe entspringen, wenn es sich um Pilzfragen handelt, werde ich nicht antworten.

Neustadt-Eberswalde im October 1873.

Robert Hartig.

I n h a l t.

Einleitung.

Ueberblick über die Morphologie und Physiologie der Pilze.

	Seite
1. Das Mycelium	1
2. Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane	3
3. Polymorphismus	5
4. Physiologie der Pilze	6

Agaricus (Armillaria) melleus L. Der Hallimasch.

Erzeuger des Harzstickens, der Harzüberfülle, Wurzelfäule oder des Erd- krebses der Nadelhölzer	12
Das Mycelium des Agaricus melleus	14
Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane	22
Die Lebensweise des Agaricus melleus	27
Erklärung der Abbildungen von Taf. I. und II.	36

Trametes Pini Fr. Der Kiefernbaumschwamm.

Erzeuger der Rothfäule, Rind- Ring- oder Kernschäle der Kiefer	43
Das Mycelium	46
Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane	47
Lebensweise des Parasiten	51
Erklärung der Abbildungen Taf. III. Fig. 1—19	58

Trametes radiciperda R. Hrtg. Der Wurzelschwamm

Das Mycelium	62
Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane	63
Lebensweise des Parasiten	64
Erklärung der Abbildungen Taf. III. Fig. 20—29	64

Aecidium (Peridermium) Pini Pers. Der Kiefernblasenrost.

Erzeuger des Kiefernadelrostes, des Krebses, Brandes oder der Räude der Kiefer und des Kienzopfes	66
Allgemeines über Rostpilze	66
Das Mycelium	69
Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane	69
Lebensweise des Parasiten	72
Erklärung der Abbildungen Taf. IV.	80

Caeoma pinitorquum A. Br. Der Kieferndreher

Das Mycelium	84
Fruchträger und Fortpflanzungsorgane	84

VIII

	Seite.
Die Lebensweise des Parasiten	87
Erklärung der Abbildungen Taf. V. Fig. 1—9	91
<i>Caeoma Laricis</i> R. Hrtg. Der Lärchennadelrost	93
Erklärung der Abbildungen Taf. V. Fig. 10—15	96
<i>Peziza Willkommii</i> R. Hrtg. Der Lärchenrindenpilz	98
Erklärung der Abbildungen Taf. V. Fig. 16—21	100
<i>Hysterium (Hypoderma) macrosporum</i> R. Hrtg. Der Fichtenritzenschorf.	
Erzeuger der Fichten-Nadelbräune, Nadelröthe und Nadelschütte	101
Das Mycelium	103
Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane	104
Die Lebensweise des Parasiten	108
Erklärung der Abbildungen Taf. VI. Fig. 1—17	112
<i>Hysterium (Hypoderma) nervisequium</i> D. C. Der Weisstannenritzenschorf.	
Erzeuger der Weisstannen-Nadelbräune und Nadelschütte	114
Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane	114
Lebensweise des Parasiten	116
Erklärung der Abbildungen Taf. VI. Fig. 18—25	118
<i>Melampsora salicina</i> Lev. Der Weidenrost	119
Erklärung der Abbildungen Taf. VI. Fig. 26—28	124
Nachtrag zu <i>Agaricus melleus</i> und <i>Trametes radiciperda</i>	125

Einleitung.

Ueberblick über die Morphologie und Physiologie der Pilze.

1. Das Mycelium.

An jeder Pilzpflanze unterscheidet man zwei Theile, welche durch Gestalt und Function mehr oder weniger durchgreifend verschieden sind. Der Nahrung aufnehmende und verarbeitende Theil, das sogenannte Mycelium ist in der Regel im Innern des Organismus oder der Substanz verborgen, aus der der Pilz seine Nahrung aufnimmt, ist desshalb dem Pilzunkundigen meist gar nicht bekannt. Nur diejenigen Mycelien, die sich auf der Oberfläche der Nährsubstanz entwickeln, werden beachtet und tragen den Collectiv- und Vulgärnamen „Schimmel.“ Bekannter und durch Grösse und Gestalt auffallender ist der zweite Theil der Pilzpflanze, der Fruchträger mit den daran sich erzeugenden Fortpflanzungsorganen. Nur die räthselhafte Gruppe der Schizomyceten, zu denen die einzelligen Bacterien, Vibrionen u. s. w. gehören, lässt eine Unterscheidung zwischen Mycelium und Fruchträger nicht zu, da sie nur aus einfachen durch Theilung sich vermehrenden Zellen bestehen.

Da Pilze, wie alle übrigen Organismen nie durch Urzeugung, sondern nur aus Keimen vorgebildeter Organismen derselben Art entstehen, so können wir den jugendlichsten Zustand derselben nur beobachten, wenn wir Fortpflanzungszellen zur Keimung bringen. Gekeimte Sporen sehen wir (Taf. II. Fig. 26, III. 12, IV. 18, V. 9. VI. 12, 16, 24, 27. 28).

Die junge aus der Fortpflanzungszelle oder Spore hervorgehende Pilzpflanze besteht aus einem zarten, meist farblosen Schlauche, der durch Spitzenwachsthum sich vergrössert, durch seitlich unterhalb der Spitze hervorsprossende Aeste sich verzweigt. Der Inhalt des Schlauches ist anfänglich sehr plasmareich und zeigt meist grössere oder kleinere Oeltropfen, die oft eine goldgelbe Färbung besitzen. Später überwiegt in der Regel der klare Zellsaft das gegen die Zellwand gedrängte Plasma, oder es verschwindet der flüssige Zelleninhalt gänzlich und wird durch Luft vertreten. Bei den meisten Pilzschläuchen (Hyphen genannt) entstehen

im jugendlichen Zustande innere Querwände, durch welche der Pilzfaden in eine Reihe von cylindrischen Zellen eingetheilt wird, (I. 12, III 13 etc.) Die junge Keimpflanze, nachdem sie eine kurze Zeit auf Kosten der in der Spore enthaltenen Nährstoffe gelebt hat, entwickelt sich, wenn sie die zur Ernährung günstigen Bedingungen antrifft, durch Verlängerung der Hyphen an der Spitze und durch Aussendung von Seitenhyphen und bildet dadurch das Mycelium, das durch seinen Ernährungsprocess die wichtigsten Veränderungen in den organischen Körpern hervorruft, die wir später kennen lernen werden. Die nachfolgenden Specialuntersuchungen gewähren einen zugleich an neuen Beobachtungen reichen Ueberblick über die Formverschiedenheiten des Myceliums. In der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle bleiben die Hyphen oder Mycelfäden isolirt, treten nicht zu grösseren Pilzkörpern zusammen, bilden ein sogenanntes „einfach-fädiges Mycelium.“ Die Zellwand der Pilzhypen, anfänglich immer sehr zart, verdickt sich später oft in hohem Grade, so dass der Innenraum auf einen feinen Kanal beschränkt wird. Am interessantesten ist in dieser Beziehung das Mycelium von *Hypoderma macrosporum* m. (VI. 6.) Im jugendlichen Zustande (a) eine feine, jedoch schon deutlich doppelt contourirte Wandung zeigend, lässt das Mycelium später (6, b. 7, b.) drei Schichten erkennen, von denen die mittlere sehr dicke und fein geschichtete durch Jod intensiv blau gefärbt wird. Die zu einem Scheinparenchym vereinigten Hyphen der strangförmigen Mycelkörper von *Agaricus melleus*, der sogenannten Rhizomorphen, sind im äusseren Theile, in der sog. Rinde des Stranges so stark verdickt, dass der Innenraum fast völlig verschwindet. Die äussere Umgrenzung wird erst nach Behandlung mit Kalilauge deutlich erkennbar. (I. 18, 19.) Zuweilen sind Hyphen (und Sporen) von einer durchsichtigen Gallerte umgeben (VI. 9, 11, 12, 13, 24) oder es liegen zahlreiche Pilzfäden in einer gemeinsamen Gallerte gebettet, die als Ausscheidungsproduct derselben zu betrachten ist (I. 10, 11, 12, 26c.) Eine äusserst feinkörnige Aussonderung auf der Oberfläche der Zellwandung zeigen die Haare auf der Rinde der Rhizomorpha (I. 8, II. 9.)

Die in Gallerte gebetteten Hyphen der Oberfläche von *Rhizomorpha subcorticalis* haben etwa 1 Ctm. unter der wachsenden Spitze oft eine höchst eigenthümliche Wandverdickung, die sich nur erklären lässt aus einer Streckung der Hyphen zu einer Zeit, in der die Zellwandung nicht mehr dehnbar ist. Die Bruchstücke der letzteren werden durch den Primordial- oder Ptychodeschlauch zusammengehalten (I. 13.)

Die im Gewebe der Pflanzen vegetirenden Mycelfäden sind entweder intercellular, d. h. sie drängen sich zwischen die Zellwandungen der parenchymatischen Zellen oder des Prosenchyms, vegetiren üppig in den Harzkanälen, in den Intercellularlücken des lockeren Blattparenchyms, senden in das Innere der Zellen höchstens kurze Zweige sog. Haustorien (IV. 19 bis 22, V. 6, 8, 12 etc. VI. 5) oder sie wachsen im Innern der Zellen, durchbohren die Zellwandungen, theils um von einer Zelle zur andern zu gelangen, theils um der Wandung die Nährstoffe zu entziehen und sie einer schnelleren Zersetzung zuzuführen. (I. 14, III. 16, 17, 18.)

Das „einfach fädige Mycelium“ bildet unter günstigen Umständen, wenn dasselbe im Innern der Bäume Hohlräume zur freieren Entwicklung antrifft, durch Ausfüllung derselben mehr oder weniger dicke meist lederartige Häute (III. 1g. 17) oder unförmliche Mycelkörper (III. 1e.) die nichts Eigenthümliches zeigen, sondern nur aus dicht verflochtenen Mycelfäden (III. 17a.) bestehen. Sie wurden früher als besondere Pilze der Gattung *Xylostroma* beschrieben.

Von höchst eigenthümlichem Bau sind einige Mycelkörper, die entweder knollige Gestalt haben und Sclerotien (Mutterkorn) genannt werden, oder wurzelähnliche Stränge und breite, plattgedrückte Bänder darstellen.

Von diesen sogenannten Rhizomorphen habe ich die am häufigsten auftretende Art *Rhizomorpha fragilis* Roth einer sehr eingehenden Untersuchung unterworfen, deren Ergebnisse Tafel I. darstellt, während die zu diesem Mycel gehörenden Fruchträger Tafel II. abgebildet sind. Das Nähere bezüglich des Baues dieser Mycelkörper giebt die erste Specialabhandlung.

2. Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane.

Der zweite Theil der Pilzpflanze, welcher die Bestimmung hat, die Fortpflanzungsorgane zu erzeugen und zu tragen, wird Fruchträger (*Receptaculum*) genannt. Nur die grösseren Formen der Fruchträger sind allgemeiner bekannt und werden Schwämme genannt, während die durch Mannigfaltigkeit der Formen weit interessanteren mikroskopischen Fruchträger unbeachtet zu bleiben pflegen.

Zuweilen bestehen die Fruchträger nur aus einfachen Zweigen des Myceliums, an deren Spitze die Fortpflanzungszellen (Sporen) abgeschnürt oder in besonderen Sporenfrüchten (Sporangien) erzeugt werden. (VI. 17.) Diese Fruchträger werden Fruchthyphen genannt. Meist vereinigen sich aber zahlreiche Mycelfäden stellenweise zur Bildung zusammengesetzter Fruchträger, die alsdann aus einem dichten Geflecht vielfach verschlungener Pilzfäden bestehen. (II. 10m. III. 8, 9, 10.) Verlaufen die den Fruchtkörper zusammensetzenden Hyphen mehr oder weniger parallel und sind dicht zusammengedrängt, so gewährt ein auf die Längsrichtung des Gewebes rechtwinkelig geführter Schnitt häufig ein Bild, welches mit einem parenchymatischen Zellgewebe die grösste Aehnlichkeit besitzt und Scheinparenchym (*Pseudoparenchym*) genannt wird. (I. 19, V. 13p., 15st. etc.)

Die Form und Entwicklung der zusammengesetzten Fruchtkörper ist äusserst mannigfach. Tafel II. giebt die Entwicklung der grossen, gestielten und beschleierten Fruchträger von *Agaricus melleus* von deren erster Entstehung an.

Desgleichen ist Tafel III. die Entwicklung der ungestielten consolenförmigen „Schwämme“ von *Trametes* dargestellt. Die becherförmigen Fruchträger von *Peziza* und *Corticium* (V. 16, 18, 20), die flach ausgebreiteten und in die Substanz der Nährpflanze versenkten Fruchträger der Uredineen und Discomyceten (IV. 19, V. 5, 6, 14, VI. 10, 13, 21 etc.) sind unter den Parasiten der Waldbäume mehrfach vertreten.

Die Sporen erzeugenden Zellen bilden bei den uns hier interessirenden Pilzen eine geschlossene Schicht auf den Fruchträgern, welche Sporenlager, Hymenium oder Fruchtschicht genannt wird. Meist bekleidet dieselbe nur einen bestimmten Theil des Fruchträgers, z. B. bei *Agaricus* die Oberfläche der mit Lamellen versehenen Unterseite des Hutes (II. 22, 29), bei *Trametes* die Wandung der Kanäle (III. 8, 9, 10, 24, 25), bei *Peziza* und *Corticium* die innere Höhlung des Bechers (V. 16, 18, 20).

Bei den Uredineen und Discomyceten (auf den Tafeln IV. V. VI.) ist die ganze äussere Seite des Fruchträgers mit der Hymenialschicht bekleidet.

In dieser entstehen die Fortpflanzungszellen (Sporen) auf verschiedene Weise. Bei vielen Pilzen, den Ascomyceten besteht die Hymenialschicht aus aufrecht ste-

henden keulenförmigen Schläuchen (Asken) umgeben von zahlreichen haarförmigen Hyphen, Paraphysen, die schon vor Entstehung der Asken dem Receptaculum entspringen. In den Schläuchen entstehen durch freie Zellbildung meist acht Sporen, die nach ihrem Freiwerden zur Keimung gelangen. (V. 18—21. VI. 9, 10, 11, 23.)

Der freien Zellbildung in Asken steht gegenüber die Entstehung der Sporen durch Abschnürung auf der Spitze von Sporenmutterzellen (Basidien).

Der Process der Abschnürung erfolgt an den Mutterzellen nur einmal (simultan) oder es entsteht nach einander durch wiederholte Abschnürung an denselben Basidien eine Mehrzahl von Sporen (succedan).

Simultane Abschnürung sehen wir bei den Hymenomyceten z. B. bei *Agaricus melleus* (II. 22, 23), bei *Trametes* (III. 9, 10, 25) und *Corticium* (V. 17.)

Bei letzterem sind die Basidien von an der Spitze rosenkranzförmig eingeschnürten Paraphysen umstellt; ob die zahlreichen nicht fructificirenden keulenförmigen Zellen in der Hymenialschicht von *Agaricus* (II. 22) als Paraphysen aufzufassen sind, scheint mir zweifelhaft. Ich halte sie für sterile Basidien und die neben ihnen noch auftretenden schmal linealen Zellen (II. 22, 23c.) (Hoffmanns Pollinarien) für verkümmerte Basidien besonders deshalb, weil sie unter günstigen Verhältnissen ebenso keimen, wie die Sporen (II. 24.)

Bei den vorgenannten Pilzen erheben sich an der Spitze der Basidien meist vier pfriemenförmige Auswüchse, Sterigmen, die am Ende blasenförmig anschwellen, bis die so entstehenden Sporen ihre normale Grösse erreicht haben.

Succedan abschnürende Basidien sind IV. 14, 16, 19, V. 8, 14, dargestellt. Die von einer Basidie gebildeten Sporen stehen anfänglich in einer Reihe, sind häufig durch sogenannte Zwischenstücke von einander getrennt, die mit der völligen Ausbildung der Sporenmembran resorbirt werden und verschwinden, desshalb wohl zur Herstellung derselben dienen mögen.

Sind die Sporen völlig entwickelt, so fallen sie meist von den Basidien ab und werden durch den Wind fortgeführt.

Processe der Copulation und geschlechtlichen Fortpflanzung, wie sie bei vielen Pilzen nachgewiesen sind, wurden bei den nachstehenden Untersuchungen nicht beobachtet, wohl aber fanden sich mehrfach die als männliche Sexualorgane betrachteten Spermogonien mit den daran erzeugten Spermarien vor. Sie wurden beschrieben für *Peridermium Pini* (IV. 1, 2, 7, 15, 16, 20), für *Caeoma pinitorquum* (V. 4, 5, 6.) *Caeoma Laricis* (V. 11, 12, 13, 15), für *Hypoderma macrosporum* (VI. 13, 13, 15). *Hypoderma nervisequium* (VI. 20, 21, 22). Die (VI. 14, 15), dargestellte Form der Spermarien von *Hyp. macrosporum* keimen (VI. 16) und entwickeln einen Fadenpilz (VI. 17), welcher Conidien abschnürt.

Es ist deshalb wohl möglich, dass jene Organe nicht als Spermarien, sondern als Conidien (Sporen) aufzufassen sind.

Ob die blasenförmigen Anschwellungen der Hyphen, welche ich bei einigen Rhizomorphenspitzen beobachtet habe (I. 12), sowie die ähnlichen Bildungen an den Paraphysen von *Hypoderma nervisequium* (VI. 25), in irgend welcher Beziehung zu Befruchtungsvorgängen stehen, muss ich unentschieden lassen.

Grösse und Gestalt der Sporen ist ungemein verschieden. Die Tafeln weisen rundliche bis linienförmige mit verschiedenen Zwischenformen vor. Die Membran ist äusserst zart oder sehr dick mit häufiger Unterscheidung einer äusseren und inneren Schicht, des Episporium oder Exosporium und des Endosporium.

Das Exosporium zeigt oft eigenthümliche, besonders warzenförmige Verdickungen oder ist von einer Gallerthülle umgeben. Bei sehr dicken Membranen erkennt man zuweilen eine oder mehrere Keimporen (VI. 27, 28), aus denen der Keimschlauch nach aussen hervortritt.

Die meisten Sporen keimen nur mit einem Keimschlauche, andere treiben im günstigen Falle zwei oder drei Schläuche zugleich (VI. 27) etc.

Bemerkenswerth ist, dass der Keimschlauch bei einer Verschiedenheit der äusseren Verhältnisse eine verschiedene Gestalt anzunehmen vermag. Die Uredosporen von *Melampsora salicina* künstlich in feuchter Luft auf der Objectplatte zum Keimen gebracht, treiben dicke Schläuche (VI. 28), während sie auf der Oberfläche des Weidenblattes in freier Luft keimend, sehr feine Keimschläuche aussenden (VI. 27).

3. Polymorphismus.

Aus der keimenden Spore entsteht eine neue Pilzpflanze, die in vielen Fällen der Mutterpflanze völlig unähnlich ist, und die der ersten Form durchaus verschiedene Fruchträger und Sporen erzeugt.

Manche Pilze zeigen sogar eine ganze Reihenfolge von Formen, welche im Entwicklungsgange der Pflanze nach einander auftreten können oder auftreten müssen, ehe die Ausgangsform wieder erzeugt wird. Es würde der Polymorphismus der Pilze ganz passend mit dem der Insecten verglichen werden können, wenn auch die Raupe, nachdem sie ihre Entwicklung beendet hat, Eier (Sporen) legte, aus denen kleine, später grösser werdende Puppen hervorgingen, wenn die Puppen ebenfalls Eier legten, welche kleine, sich weiter entwickelnde Schmetterlinge erzeugten. Wie bei den Insecten diejenige Entwicklungsstufe als die höchste bezeichnet wird, bei welcher geschlechtliche Zeugungsprozesse eintreten, so bezeichnet man bei den Pilzen die Form der Fortpflanzung, bei welcher Geschlechtsgvorgänge nachgewiesen sind oder als wahrscheinlich angenommen werden, für die höchst entwickelte und nennt sie Fructification. Als solche höchst entwickelte Formen betrachtet man die Fruchträger, welche Asken tragen, die Aecidien u. s. w. Die übrigen Formen einer Pilzspecies bezeichnet man dagegen mit Propagation. Bei einer Anzahl von Pilzen sind die Propagationsorgane nicht nothwendige Glieder in der Entwicklung der Pflanze, sie können unter Umständen fehlen. Vielleicht dürften hierhin die Conidien des *Hypoderma nervisequium* (VI. 21. 22.) gehören, da diese nur unter besonderen klimatischen Verhältnissen sich regelmässig entwickeln. Bei den meisten Pilzen dagegen sind die Propagationszellen nothwendige Entwicklungsglieder und fehlen niemals, ja, sie sind oftmals absolut nothwendig, um den Generationswechsel der Pilze zu vermitteln. Zu der Uredoform, *Lecythaea salicis* welche sich im Sommer auf den Blättern und in der Rinde der *Salix acutifolia* entwickelt (VI. 26) gehört die auf den abgefallenen, schwarz gewordenen Blättern überwinternde *Melampsora salicina*, deren Dauersporen im Frühjahr keimen, ein kleines Promycelium entwickeln, an dem mehrere sehr kleine Sporen (Sporidien) entstehen. Gelangen diese auf die gesunden Blätter der Weide, so erzeugen sie aufs Neue die Krankheit. An den Generationswechsel zwischen *Aecidium Berberidis* auf den Berberitzenblättern und dem Getreiderostpilz *Uredo*

linearis, sowie den überwinternden Dauersporen von *Puccinia graminis* braucht hier nur erinnert zu werden, da derselbe wohl jedem der Leser zur Genüge bekannt ist.

Meist ist es Sache des glücklichen Zufalls, zu entdecken, in welchen verschiedenen Formen und auf welchen Nährpflanzen ein Pilz vorkommt, doch werden wir nie Aussicht auf Erfolg bei unseren Forschungen haben, wenn wir nicht nach Art der Criminalbeamten alle verdächtigen Momente sorgfältig beachten, die im Stande sind, uns auf die richtige Fährte zu führen. Alle in der Nähe eines pilzkranken Bestandes vorkommenden Pflanzen und die auf ihnen wachsenden Pilze sind sorgfältig zu untersuchen und unter fortwährende Aufsicht zu stellen. Das Auftreten der Krankheit unter gewissen äusseren Verhältnissen in der Nähe des Feldes, auf gewissen Bodenarten, in gewissen Expositionen u. s. w. ist vielleicht im Stande uns Fingerzeige zu geben für die weiteren entscheidenden Untersuchungen, die darin bestehen und ihren Abschluss finden, dass es uns gelingt, durch Infection der Nährpflanzen mit dem verdächtigen Pilze die zugehörige zweite Pilzform und die Krankheit hervorzurufen. Mit Sicherheit können wir annehmen, dass zu *Peridermium Pini*, *Caeoma pinitorquum* und *Laricis* noch andere Pilzformen gehören, deren Feststellung Aufgabe weiterer Forschungen sein wird.

4. Physiologie der Pilze.

Die Pilzsporen keimen nur unter gewissen Bedingungen, die bei den einzelnen Arten sehr verschieden sind und deren Unbekanntschaft so oft das Misslingen von Keimungs- und Infectionsversuchen erklärt.

Wie bei den Samen der phanerogamen Pflanzen die Zeit der Samenruhe eine sehr verschiedene ist, so keimen auch die Sporen der Pilze oft erst nach längerer Sporenruhe, oft sofort nach dem Eintritt der Reife. Die Keimfähigkeit erhält sich zuweilen Jahre lang, zuweilen nur sehr kurze Zeit.

Die Sporen des *Agaricus melleus*, dem soeben sich öffnenden Hute entnommen, keimten mit grösster Leichtigkeit; dem schon mehrere Tage geöffneten Hute entnommene Sporen schienen die Keimfähigkeit völlig eingebüsst zu haben.

Die Minimalkeimtemperatur liegt wohl bei den meisten Pilzen niedriger, als bei den höheren Pflanzen; wie hohe Wärmegrade die Sporen ertragen können, ist nur für einige Arten untersucht.

Im Wasser werden vielleicht alle Sporen bei 100° getödtet, während erwiesen ist, dass manche Sporen in trockener Luft eine Temperatur von 110—120° ertragen können, ohne abzusterben.

Angemessene Temperatur und feuchte Luft oder liquides Wasser bringt oft die Sporen schon zum Keimen, während in anderen Fällen noch besondere Umstände, vor Allem eine gewisse Nahrung erforderlich sind. Feuchte Luft oder nasse Witterung fördern die Keimung der Sporen ebenso, wie die Entwicklung der Pilze, selbst wenn diese noch im Innern der Nährpflanze verborgen sind.

Es erklären sich daraus manche Erscheinungen bei den Erkrankungen der Pflanzen, die früher als unmittelbare Folgen klimatischer Einflüsse oder des Bodens angesehen wurden.

An dumpfigen, dem Luftwechsel weniger ausgesetzten Orten, in nassen Jahren,

im unteren Theile der Baumkronen u. s. w. treten die durch Pilzparasiten erzeugten Krankheiten desshalb meist stärker auf, als da, wo die Keimung der Sporen und die Entwicklung der Pilze durch trockenere Luft beeinträchtigt wird. Das Mycelium von *Caeoma pinitorquum* perennirt in der einmal vom Pilz befallenen Kiefer und wandert alljährlich in die neuen Maitriebe, um in deren Rinde zu fructificiren. Bei nasser Witterung tritt die Krankheit verheerend auf, die üppige Entwicklung des Pilzes tödtet einen grossen Theil der Triebe. In trockenen und heissen Jahren sieht man an den Trieben nur einzelne gelbliche Rindestellen, die Fruchträger bleiben auf der ersten Entwicklungsstufe stehen, verkümmern wieder, ohne der Pflanze den geringsten Nachtheil gebracht zu haben.

Da die Pilze im Allgemeinen nicht die Fähigkeit besitzen, anorganische Stoffe zu assimiliren (Einige Ausnahmefälle bei den Hefepilzen bleiben hier unberücksichtigt), so fehlt ihnen das Chlorophyll und das Lichtbedürfniss. Sie wachsen im tiefen Dunkel des Bauminneren. Wie die Thiere bedürfen sie grosse Mengen von Sauerstoff, den sie entweder der Luft, oder wo diese abgeschlossen ist, der Nährsubstanz entziehen, um dafür Cohlensäure auszuschcheiden. Stickstoffreiche Nahrung fördert ihr Wachsthum, da der plasmatische Inhalt der Mycelfäden sehr reich an Eiweissstoffen ist. Ist der Nährkörper arm an Proteinsubstanzen, wie z. B. das Holz, dann behelfen sich die Pilze dadurch, dass die älteren Theile der Mycelfäden ihr Plasma sehr bald an die wachsende Spitze abgeben, dass das Plasma der Hyphenspitze gleichsam nachfolgt, die hinterliegenden Theile sich entleeren und bald absterben, ja oft frühzeitig resorbirt werden und verschwinden. Im rindschäligen Kiefernholze zeigen die zahlreichen Löcher in den Faserwandungen an, wie viele Pilzhyphen im Laufe der Krankheit in die Holzfaser gedrungen sind, während oft keine Spur mehr von ihnen aufzufinden ist (III. 18).

Nach der Nahrung wurden früher die Pilze in zwei Gruppen eingetheilt, in Fäulnissbewohner (Saprophyten), die auf bereits abgestorbenen Thieren und Pflanzen leben und deren Zersetzung vermitteln und beschleunigen und in Parasiten oder Schmarotzer, welche lebende Organismen angreifen, von diesen sich ernähren, wodurch sie erkranken oder selbst getödtet werden. Eine so strenge Eintheilung ist aber nicht durchführbar, da wohl die meisten Parasiten sich auch von der Substanz der Thiere oder der Pflanzen noch ernähren, nachdem dieselben von ihnen getödtet worden sind.

So tödtet z. B. das Mycelium von *Hypoderma macrosporum* (VI. 5,) das Blattparenchym der Fichtennadel (bei m.) Dasselbe schrumpft in Folge dessen zusammen und verliert die grüne Färbung (n.) während die Stärkekörner noch unverändert sind. Dieselben Pilzhyphen veranlassen aber auch die weitere Zerstörung und Zersetzung der getödteten Parenchymzellen, die bei (o) keine Stärke mehr enthalten.

Die meisten Parasiten sind im zweiten Stadium ihrer Entwicklung Saprophyten. Einen besonders interessanten Fall bietet die Lebensweise des Myceliums von *Agaricus melleus* dar. Die *Rhizomorpha fragilis* ist ein Pilzmycel, welches in grösster Verbreitung an abgestorbenen Laubholzwurzeln und Laubholzstämmen, selbst verbaute Holze an Brücken, Brunnenröhren, in Bergwerken anzutreffen ist und hier lediglich als Saprophyt lebt.

Nur für die Harzkanäle führenden Abietineen und wahrscheinlich auch für

die Prunusarten ist dieser Pilz ein ächter Parasit, der völlig gesunde, im kräftigsten Wuchse stehende Bäume binnen kurzer Zeit zu tödten im Stande ist.

Die Bedeutung der Saprophyten im Haushalte der Natur ist schon frühzeitig wenn auch nicht im vollen Umfange erkannt. Es ist erwiesen, dass alle jene Prozesse, welche mit den Ausdrücken: Gährung, Fäulniss, Vermoderung, Verwesung, Humification u. dgl. bezeichnet werden, Zersetzungen der organischen Substanz sind, welche durch den Lebensprocess der Pilze oder gewisser niederer Thiere vermittelt oder wenigstens eingeleitet werden. Das schnelle und sichere Eintreten der Zersetzungsprocesse erklärt sich aus dem Umstande, dass in der Luft zahllose mikroskopisch kleine Sporen oder Mycelstücke umherschweben, die auf gährungsfähige Körper fallend, alsbald sich entwickeln. Es ist behauptet worden, dass man in der Waldluft vergeblich nach solchen Pilzen suche. Ich stellte desshalb einen Aspirator im Walde auf, welcher die Waldluft durch zwei eng mit einander verbundene Glastäfelchen einsaugen musste. Der Raum zwischen beiden Glasplatten war zuvor mit sorgsam gereinigter Baumwolle ausgefüllt, an dessen Fäden die in der durchströmenden Luft befindlichen Sporen hängen bleiben.

Schon ein Durchfiltriren von 10 Liter Luft liess jedesmal unter dem Mikroskop zahlreiche Pilzsporen erkennen, die noch deutlicher als solche hervortraten, wenn man etwas destillirtes Wasser zwischen die Glasplatten einziehen liess. Lässt man diese nach der Anfeuchtung nur wenige Tage liegen, so sieht man aus den angefeuchteten und gekeimten Sporen eine üppige Pilzvegetation hervorgehen.

Die Pilze entziehen der organischen Substanz diejenigen Stoffe, welche sie zu ihrem Leben bedürfen.

In grosser Menge gehört dahin der Sauerstoff, welcher der Nährsubstanz entnommen wird, wenn die Luft nicht vollen Zutritt zu den Pilzen hat. Der zurückbleibende Rest der organischen Substanz kann nicht unverändert bestehen bleiben, sondern zerfällt in einfachere chemische Verbindungen, welcher Process als Gährung bezeichnet wird. Die Endproducte der Gährung sind Wasser, Kohlensäure, verschiedene Wasserstoffverbindungen, als Kohlen- oder Schwefelwasserstoff, Ammoniak oder salpetersaure Salze. Bei der grossen Mannigfaltigkeit der organischen Substanzen sind demgemäss auch die Gährungsprocesse und deren Endproducte quantitativ und qualitativ sehr entschieden.

Es genügt, hier anzudeuten, dass alle jene Gährungen, bei denen die Pilze ihren Sauerstoffbedarf der organischen Substanz selbst entziehen, unter den Collectivbegriff der „Fäulniss“ zusammengefasst werden.

War der faulende Körper reich an Proteinsubstanzen, dann entwickeln sich übelriechende Gase wie Schwefelwasserstoffgas u. dgl., war derselbe arm an solchen Stoffen, wie z. B. der Holzkörper, so entstehen auch nur wenige derartige Gase. Die Fäulniss proteinarmer Körper wird häufig mit Vermoderung oder Humification bezeichnet. Immer sind die Endproducte der Fäulniss arm an Sauerstoff oder ganz frei davon.

Alle Körper faulen mithin in ihrem Innern, wohin die Luft keinen freien Zutritt findet.

Alle Gährungsprocesse, bei welchen der Sauerstoff der Luft leichten Zutritt hat, werden mit Verwesung bezeichnet.

Die Pilze entziehen ihren Sauerstoff der Luft und sollen ihn an die in der Zersetzung begriffene Substanz abgeben.

Eine directe Oxydation dürfte hierbei aber gewiss nicht ausgeschlossen sein. Die Endproducte der Verwesung sind sehr reich an Sauerstoff: Kohlensäure, Wasser und salpetersaure Salze. Alle frei an der Luft liegenden Körper verwesen wenigstens äusserlich, während sie oft gleichzeitig innerlich faulen.

Ein weit vielseitigeres Interesse bieten noch die Schmarotzerpilze oder Parasiten dar, welche als Erzeuger zahlreicher Krankheiten der Pflanzen und Thiere erkannt sind. Der Umstand, dass unter den Pilzunkundigen meist nur diejenigen Pilze überhaupt bekannt sind und beachtet werden, welche als die gemeinsten Fäulniss oder Verwesungserreger uns überall entgegentreten, dass deren bekannte Lebensweise unbewusst auf alle Pilze übertragen wird, erklärt die Thatsache, dass wenigstens unter den Forstleuten noch heute ein tief eingewurzeltes Vorurtheil gegen die Resultate der wissenschaftlichen Forschung auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheitslehre besteht.

Je weniger sich Jemand mit der Beobachtung und Erforschung der Pflanzenkrankheiten beschäftigt hat, mit um so grösserer Entschiedenheit vertheidigt derselbe in der Regel die Ansicht, dass die ansteckenden Krankheiten ganz andere Ursachen haben, dass die dabei auftretenden Pilze erst nachträglich hinzugekommen, lediglich secundärer Natur seien. Die Antwort auf die Frage, welches denn die wahre Ursache der Krankheit sei, bleibt allerdings meistens aus, wenn nicht aus Verlegenheit das Gespräch auf die Witterung abgelenkt wird oder im Boden verborgene unkekannte Giftstoffe u. dgl. herhalten müssen.

Niemand wird wohl bezweifeln, dass die Witterung einen ungünstigen Einfluss auf das Gedeihen der Pflanzen auszuüben vermag, dass der Frost die Belaubung tödten und dadurch den Wuchs der Pflanzen erheblich schädigen kann, dass auch möglicherweise plötzlicher Temperaturwechsel für manche Pflanzen von Nachtheil wird. Magerer, dürerer oder zu nasser Boden, Flachgrundigkeit, Unterlage von Ortstein u. dgl. können das Gedeihen der Pflanzen beeinträchtigen. Die in Folge solcher der anorganischen Natur angehörender Einflüsse auftretenden Krankheiten zeigen aber fast immer einen ganz anderen Charakter, als die Krankheiten, welche durch parasitische Pilze erzeugt werden. Letztere sind fast immer auf den ersten Blick als ansteckende Krankheiten zu erkennen, sie beginnen an einem Punkte der Pflanze, von dem aus sie sich allmählig weiter verbreiten, sie treten bei einzelnen Pflanzen zuerst auf, die gewissermassen den Heerd der weiteren Ansteckung nach allen Richtungen hin bilden. Dem entgegen treffen ungünstige Witterungseinflüsse einen ganzen Bestand mehr oder weniger in allen Theilen gleichmässig und plötzlich, ungünstige Bodeneinflüsse haben langsamen kümmerlichen Wuchs von Jugend auf, oder allmähliges Zurückgehen des Bestandes zur Folge, können aber nie das plötzliche Absterben kräftig wachsender Bäume oder die Verbreitung einer Krankheit von einem Punkte aus über grössere Flächen im Laufe der Jahre erklären.

Unter den von mir bisher genauer bearbeiteten Krankheiten der Waldbäume ist nicht eine zu nennen, die zu der Annahme berechtigte, dass die Wirksamkeit der dabei auftretenden parasitischen Pilze bedingt oder befördert werde durch eine gewisse krankhafte Prädisposition der Bäume. Von selbst ist die Möglichkeit einer solchen Vorbedingung für die Wirksamkeit der Parasiten bei denjenigen

Krankheiten ausgeschlossen, die künstlich an jeder beliebigen Pflanze durch Infection zu erzeugen mir geglückt ist

Bei denjenigen Pilzkrankheiten aber, die ich durch künstliche Infection hervorzurufen noch nicht im Stande bin, erklärt sich dies daraus, dass die Entwicklung der Pilze in allen ihren Formen, die Dauer der Sporenruhe, der Keimfähigkeit, die Bedingungen der Keimung noch nicht genügend aufgeklärt sind. Die Art des Auftretens, das allmähliche Umsichgreifen der Krankheit und andere Momente lassen aber an dem parasitischen Charakter der dabei beobachteten Pilze keinen Zweifel aufkommen.

Ins Innere der Nährpflanzen gelangen die Pilze immer dadurch, dass die Sporen äusserlich keimen und der Keimschlauch durch die Spaltöffnungen oder die Epidermis der Blätter und jungen Rinde oder an den Wurzeln, oder an Wundflächen des Stammes ins Innere dringt, um dort das Mycelium zu entwickeln. Eine Ausnahme bildet nur der *Agaricus melleus*, dessen Mycelium von einer Pflanze im Boden zu anderen wächst und in deren Wurzeln eindringt.

Die Verbreitung und Wirksamkeit der Pilzmycelien im Inneren der Nährpflanzen bietet die grössten Mannigfaltigkeiten dar.

Nach den befallenen Pflanzentheilen sind die nachfolgend beschriebenen Pilze Parasiten der Wurzel: *Agaricus melleus*, *Trametes radiciperda* oder des Holzkörpers: *Trametes Pini* oder der Rinde und des Bastkörpers: *Peridermium Pini* und *Caeoma pinitorquum* oder endlich der Blätter: *Peridermium Pini*, *Caeoma Laricis*, *Hypoderma macrosporum* und *nervisequium* und *Melampsora salicina*.

Nach der Dauer des Myceliums können sie eingetheilt werden in solche mit höchstens einjähriger Dauer: *Caeoma Lar.* *Mel. sal.*, mit zwei bis dreijähriger Dauer: *Hyp. macrosp.* und *nervis.* und *Perid. Pini acie.*, mit vieljähriger Dauer: *Ag. mell.* *Tram. Pini u. radic.* *Per. Pini.* *Caeoma pinit.*

Die Wirksamkeit des Myceliums auf die Zellen und den Zelleninhalt der Gewebe, in denen dasselbe vegetirt, zeigt ebenfalls Verschiedenheiten. Wie bei den Saprophyten das Zerfallen der organischen Substanz in einfachere chemische Verbindungen zu erklären ist aus dem Umstande, dass nach Beraubung gewisser Bestandtheile durch die Pilze die zurückbleibenden Bestandtheile der organischen Substanz neue Verbindungen eingehen müssen, so erklären sich auch die Einwirkungen der Parasiten auf die Nährpflanzen in erster Linie aus der Entnahme der Nährstoffe, welche das Mycelium zum Wachsthum bedarf.

Das Mycelium von *Peridermium Pini* übt nur einen sehr wenig nachtheiligen Einfluss auf das Leben der Zelle aus, wie schon aus dem Umstande zu erkennen ist, dass selbst stark befallene Nadeln, in deren Parenchym das Mycel verbreitet ist, nach dem Verstäuben der Aecidien nicht absterben, vielmehr bis zur nächsten Nähe der Sporenlager grün bleiben.

Die auffallendste Wirkung dieses Myceliums besteht in der Umwandlung des Stärkemehls zu Terpentin, offenbar durch Entziehung von Sauerstoff, wodurch eine Verkienung der Gewebe herbeigeführt wird. Die in die Harzkanäle gelangenden Hyphefäden des *Agaricus melleus* zerstören das dünnwandige und Stärkemehl führende Gewebe in deren Umgebung, so dass grosse Hohlräume im Holze entstehen, wo zuvor Harzkanäle sich vorfanden.

Der äusserst reiche Harzausfluss am Wurzelstock, die Entstehung von Harzbeulen in der Rinde, von Harzlücken in dem während des Krankheitszustandes sich

noch bildenden Jahresringe oberhalb des Wurzelstockes lässt sich nur erklären durch Umbildung von Stärke und Cellulose zu Terpentin unter Einwirkung der Pilzhyphen. Einen weiteren Belag für die Umwandlung der Stärke in Terpentin giebt das Auftreten des letzteren in den Markstrahlzellen rindschäligen Kiefernholzes (III. 18). Die Zerstörung der Holzfaserwandung durch den *Trametes Pini* wird wesentlich befördert durch die zahlreichen Löcher, welche die Myceläste durch dieselben hindurchbohren. Von den Rändern dieser Löcher aus wird die Wandung besonders stark angegriffen und zwar vorzugsweise die mittlere sog. Celluloseschicht, während die innere Grenzhaut der Zerstörung und Auflösung am längsten Widerstand leistet (III 18).

Sofort tödlich wirkt das Mycelium von *Hypoderma* auf das Blattparenchym der Fichte und Tanne (VI. 5), welches zusammenschrumpft, sobald Mycelfäden in den Intercellularräumen mit ihnen in Berührung treten. Dasselbe gilt für die Gallerthülle der Rhizomorphenspitze, die zwischen den lebenden Bast sich hindurchschiebend sofort eine Bräunung der mit ihr in Berührung tretenden Bastgewebe zur Folge hat.

Agaricus (Armillaria) melleus L.

(Taf. I. und II.)

Der Hallimasch.

Erzeuger des Harzstickens, der Harzüberfülle, Wurzelfäule oder des Erdkrebses der Nadelhölzer.

Die Biologie der Pilze aus den Gattungen Agaricus, Trametes, Polyporus etc. ist von den Mycologen bisher in einem auffallenden Maasse vernachlässigt worden, obgleich, wie die nachstehende Arbeit darthun dürfte, das Studium derselben zu den interessantesten Resultaten führen kann. Der Pilz, dessen Beschreibung den Inhalt dieser ersten Abhandlung bildet, ist der Erzeuger einer Krankheit, welche in den Nadelholzwaldungen ganz Deutschlands und wohl über dessen Grenzen hinaus zu den verbreitetsten und verderblichsten zu zählen ist. Das mehr oder weniger plötzliche Absterben der Kiefer, Weymouthskiefer, Schwarzkiefer, Krummholzkiefer, Seestrandskiefer, der Fichte, Tanne und Lärche in verschiedenen Altersstadien von etwa 5jährigem Alter an bis, bei der Kiefer wenigstens, über das 100ste Lebensjahr hinaus, charakterisirt durch reichen Harzausfluss am Wurzelstock und den stärkeren Wurzeln, ferner durch ein unter der Rinde der Wurzeln und des untersten Stammendes auftretendes weisses Pilzmycelium, von dem aus schwarzbraune, den Faserwurzeln ähnliche Pilzstränge den Boden durchziehen, ist eine unter den oben genannten Bezeichnungen wohl allen Forstleuten in Nadelholzwaldungen bekannte Erscheinung.

Dessen ungeachtet finden sich in der forstlichen Literatur nur sehr wenige Mittheilungen über diese Krankheit vor.

1. In den Verhandlungen des Hils-Solling Forstvereins vom Jahre 1861 wurde „die Ursache des plötzlichen Absterbens verpflanzter junger Fichten“ besprochen. Es wurde mitgetheilt, dass auch bei Kiefern und Schwarzkiefern eine gleiche Krankheit beobachtet sei. Das Uebel wurde aus einer „Saftüberfüllung“ aus „Sprengung der bei Büschelpflanzen zu sehr zusammengedrängten Wurzeln“ und noch anderen Ursachen zu erklären versucht.

2. In den Verhandlungen des Harzer Forstvereins vom Jahre 1864 findet sich eine Mittheilung meines Vaters Th. Hartig über die „Harzüberfülle der Fichte“:

„Schon früher hat man in Fichtenbüschelpflanzungen des Harzes hier und da ein Absterben der Fichtenbüschel beobachtet, nach vorhergegangenen Aufplatzen der Rinde des Wurzelstockes dicht über dem Boden und einem reichlichen Harzerguss aus der Risswunde, durch den das Erdreich um die Wurzeln fest verkittet wurde. Man brachte die Krankheit mit einer Behinderung der Fortbewegung harziger Säfte durch den gegenseitigen Wurzeldruck in Beziehung, der in Fichtenbüscheln häufig stattfindet.

Ich selbst war dieser Ansicht, bis ich im vorigen Jahre dieselbe Krankheit in einer siebenjährigen Einzelpflanzung, im Forstorte Heinrichswinkel des Braunlager Reviers zu beobachten Gelegenheit fand.

Die Untersuchung ergab Folgendes:

Als nächste Ursache der Krankheit erkennt schon das unbewaffnete Auge eine übermässige Sekretion harziger Säfte darin, dass die Organe, welche zur Bereitung derselben bestimmt sind, an den kranken Pflanzen in ungewöhnlicher Grösse und Zahl auftreten. Die grossen Harzgefässe der grünen Rinde erreichen zum Theil einen um das 3—4fache grösseren Durchmesser als gewöhnlich. Man erkennt dies schon äusserlich an halbkuglichen Pusteln der Rinde, die zum Theil aufgerissen sind und den Terpentin nach aussen ergossen haben. Die im Holze gesunder Fichten in geringer Zahl und vereinzelt vorkommenden Harzgänge sind in der jüngsten Holzlage kranker Fichten so zahlreich, dass sie dicht gedrängte Reihen bilden. Nicht selten ist es, dass diese Reihen von Harzgängen in einander verschmelzen und eine gemeinschaftliche Lücke bis zur Grösse einer Bohne bilden, die dann mit Harzsaft dicht erfüllt ist.

Es ist hierbei wohl zu beachten, dass die Krankheit nicht allein in einer reichlicheren Absonderung dieser harzigen Sekrete besteht, sondern dass schon die Organe für deren Abscheidung in übermässiger Zahl gebildet werden, die Ursache der Krankheit also tiefer liegt, als in der gesteigerten Thätigkeit des einzelnen Sekretions-Organes.

Der äusserste, mit Harzgängen überfüllte Jahresring bleibt stets aussergewöhnlich schmal. Ihm geht in der Mehrzahl der Fälle ein ungewöhnlich breiter Jahresring mit normaler Zahl und Grösse der Harzorgane unmittelbar vorher, woraus wir schliessen dürfen, dass nicht Ungunst äusserer Verhältnisse und Einflüsse, sondern im Gegentheil übermässige Begünstigung und aussergewöhnliche Steigerung vorhergegangenen Wachstums die erste Ursache der Krankheit ist.

Die Krankheit selbst macht kurzen Process, denn schon im Jahre ihres Auftretens stirbt die von ihr ergriffene Pflanze. Mir liegt wenigstens bis jetzt kein Fall vor, auch aus früher gesammeltem und aufbewahrtem Material nicht, in welchem mehr als ein äusserster Holzring ungewöhnliche Vermehrung der Harzgänge zeigt. Die Krankheit ist daher wohl zu fürchten, wenn sie in grösserer Verbreitung und häufiger auftreten sollte, was bis jetzt nicht der Fall gewesen ist.

Im Holze sowohl wie im Baste ist der Harzfluss von einer Pilzbildung begleitet, die in ihrer Entwicklungsweise vielleicht einzeln dasteht.

An denjenigen Stellen des Holzes sowohl wie des Bastes, die dem Harzerguss nahe liegen, beginnt eine, Schritt vor Schritt zu verfolgende Umbildung der Holz- und der Bastfasern in einen dadurch ausgezeichneten Pilz: dass derselbe, nicht

wie sonst unter ähnlichen Verhältnissen, in isolirten Fasern, sondern sofort in einem völlig geschlossenen Zellgewebe auftritt, in Form und Anordnung ähnlich dem parenchymatischen Zellgewebe des Marks oder der Rinde höherer Pflanzen.

Dies milchweisse Zellgewebe, ohne allen festen Inhalt der einzelnen Zellen und ohne Sporenbildung, strahlig zwischen den Faserschichten des Holzes und des Bastes sich verbreitend, gleicht dem Aeusseren nach am meisten dem *Ozonium candidum* (*Himantia candida* Pers.) unterscheidet sich aber von diesem durch die ursprüngliche Vereinigung der Fäden zu geschlossenem Zellgewebe, sowie dadurch, dass der Pilz nie äusserlich, sondern wie die Nachtfasern der Roth- und Weissfäule stets nur zwischen den Holz- und Bast-schichten auftritt. Abgesehen von den Gattungsrechten des Pilzes würde der Name *Ozonium parenchymaticum* bezeichnend sein.

Jedenfalls ist dieser Pilz nicht die Ursache, sondern eine allerdings ausnahmslose Folge der Harzüberfülle.“

3. Willkomm in „den mikroskopischen Feinden des Waldes II. Seite 187“ im Jahre 1867 schreibt: Auch habe ich am Harze beobachtet, dass bei jungen Lärchen auch ein Eingehen durch Harzüberfülle und Harzausfluss am Wurzelknoten — dieselbe Erscheinung, welche bereits seit längerer Zeit bei jungen Fichten und Kiefern beobachtet, aber noch nicht aufgeklärt, übrigens auch von einem unter der Rinde wuchernden noch nicht genau untersuchten Pilze begleitet ist — erfolgen kann.“

4. Th. Hartig giebt in den Kritischen Blättern für Forst- und Jagdwissenschaft Band 51 I. 1868 unter Beifügung einer Figurentafel nochmals eine Beschreibung der Krankheit, die im Wesentlichen übereinstimmt mit dem im Harzer Forstvereine Mitgetheilten. Das Pilzmycelium wird aber richtig als *Rhizomorpha subcorticalis* und *subterranea* bezeichnet. An der früher ausgesprochenen Ansicht vom secundären Charakter des Pilzes wird mit grosser Entschiedenheit festgehalten besonders auf Grund des Umstandes, dass wohl Niemand bis zur Annahme schreiten würde, dass die Ueberproduction von Terpentingefässen durch Pilze veranlasst werden könne“.

5. Endlich findet sich in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Dankelmann Band II. Seite 359 f. vom Jahre 1870 eine kurze Mittheilung von mir über das „Auftreten der *Rhizomorpha* in Nadelholz-Culturen,“ in welcher insbesondere die Verbreitung der Krankheit, deren Verlauf nach den äusseren Erscheinungen etc. besprochen wird. Die Ansicht Th. Hartigs wird daselbst bereits in Zweifel gezogen.

Inzwischen ist es mir geglückt, einen völlig klaren Einblick in das Wesen der Krankheit mir zu verschaffen und theile ich nachfolgend die Resultate meiner Untersuchungen und Beobachtungen mit.

Das Mycelium des *Agaricus melleus*.

Das Mycelium des als Erzeuger der Krankheit erkannten *Agaricus melleus* ist von dem der meisten anderen Pilze dadurch wesentlich verschieden, dass es sowohl in einfach fädiger Gestalt auftritt als auch in Gestalt strang- oder bandförmiger Pilzkörper.

Die *Rhizomorpha fragilis* Roth mit ihren beiden Hauptformen *subterranea* und *subcorticalis* gehört als Mycelkörper zu *Agaricus melleus* und liegen mir vorerst keine Beobachtungen vor, welche als sichere Beweise dafür gelten könnten, dass *Rhizom. frag.* auch noch andere Fructificationsorgane erzeugt. Unwahrscheinlich ist es mir auch, dass noch andere Pilzarten Mycelkörper erzeugen, welche der *Rhizom. frag.* so ähnlich sind, dass leicht Verwechslungen vorkommen können.

Die einfach fädige Mycelform kann erst besprochen werden, nachdem der Bau der *Rhizomorpha fragilis* beschrieben worden ist.

Die Rhizomorphen, welche den höchst eigenthümlichen Charakter tragen, den wir in der Folge kennen lernen, sind überall verbreitet an abgestorbenen Wurzeln der Laub- und Nadelhölzer, zwischen Holz und Rinde abgestorbener Bäume, in Brunnenröhren, an alten Brücken etc.

Schmitz, der in seiner vortrefflichen Beschreibung der *Rhizomorpha fragilis* in der *Linnaea* von 1843 die verschiedenen Formen derselben bespricht, ist der Ueberzeugung: „dass alle Rhizomorphen sich nur am Grunde der Baumstämme, also vorzugsweise im Waldboden oder zwischen Holz und Rinde, wenn hier Feuchtigkeit genug vorhanden ist, entwickeln, dass alle in Bergwerken (sowohl Kohlen- als Erzbergwerken), in tiefen Brunnen und Kanälen vorkommenden Rhizomorphen sich nicht an ihren ursprünglichen, sondern an secundären Standorten befinden. Diese Sätze erhalten ihren Beweis dadurch, dass alle längst vertrockneten und abgestorbenen Rhizomorphefäden durch Feuchtigkeit sehr leicht wieder aufleben und fortvegetiren können und daher altes, selbst faulendes Holz, worin Reste von Rhizomorphen eingeschlossen sind, unter gewissen Verhältnissen neue Triebe bildet. Da nun die Zimmerung in den Bergwerken hauptsächlich aus Eichen- oder Buchenholz besteht und die Rhizomorphen nur hier ihre Nahrung d. h. ihre Befestigung haben, so dürfen wir mit Gewissheit annehmen, dass die daran wachsenden Rhizomorphen in dem unterirdischen Gebiete nur zufällige Erscheinungen und dorthin aus dem Walde gleichsam versetzt worden sind etc. etc.“

Dieser Ansicht mich völlig anschliessend, bemerke ich in Betreff der verschiedenen Formen, welche die Rhizomorphen unter abweichenden Wachstumsbedingungen annehmen, dass die ganz frei in der Luft sowie die im Boden oder äusserlich an den Wurzeln sich entwickelnden Rhizomorphen die Gestalt rundlicher vielfach verästelter dunkelbraun gefärbter leicht mit Wurzelfasern zu verwechselnder Stränge annehmen, deren Dicke zwischen 0,5 und 3 Mm. Durchmesser schwankt. Solche Stränge sehen wir Tafel I. Fig. 1, 2 und 3 und Tafel II. Fig. 1 a. b. c. 5 b., 6, 11, 12, etc. Der Strang Taf. I., Fig. 3 ist zwischen Holz und Rinde eines bereits abgestorbenen Baumes bei nur sehr mässigem Drucke der Rinde zur Entwicklung gekommen, ist etwas zusammengedrückt und mit zweizeilig stehenden Seitenästen versehen.

Diese Form bildet gleichsam den Uebergang der vorbezeichneten mit dem Namen *Rhiz. subterranea* belegten Form zu der zweiten Form *subcorticalis*, welche sich entwickelt, sobald die Rhizomorphe im lebenden Baste der Nadelhölzer wächst oder durch den Druck enger Spalten und Risse im Innern abgestorbener Bäume oder in Gesteinspalten zu einer ungehinderten Ausbildung nicht gelangen kann. Diese zweite Form stellt sehr dünne, breite Bänder oder sich fächerförmig ausbreitende Mycelhäute dar, wie solche Tafel I. Fig. 4, 5, 20, 26, Taf. II. Fig. 2, 5a. und 11a. abgebildet sind.

Der Uebergang beider Formen in einander ist an den bezeichneten Abbildungen mehrfach nachgewiesen.

Der Rand dieser flächenförmig sich ausbreitenden Mycelkörper ist tief eingeschnitten (Taf. I. Fig. 4) oder reich gebuchtet (Taf. I. Fig. 5) oder es entspringen derselben in feine Fasern sich auflösende Stränge (Taf. I. Fig. 5c.) oder runde Stränge der *Rhiz. subterranea* (Taf. I. Fig. 5a. Fig. 4a. etc.)

Die braune Rinde der zweiten Form ist meist so innig mit dem Holz und Rindkörper des Baumes verwachsen, dass die Rhizomorpha beim Ablösen des letzteren fast immer in der Mitte auseinanderreißt und dadurch das leuchtend-weiße Mark des Mycelkörpers zum Vorschein kommt.

Der Bau und die Entwicklung der *Rhizomorpha fragilis* ist von de Bary*) in so treffender Weise beschrieben worden, dass ich dessen Angaben hier wörtlich folgen lasse, um daran die eigenen zum Theil weitergehenden Beobachtungen anzuknüpfen und auf die Figurentafeln hinzuweisen:

„Die erwachsenen Stränge bestehen aus einer schwarzbraunen, papierdicken, spröden, meist glatten Rinde, welche ein weißes, feinfilziges zähes Mark umgiebt. Die Rinde (Taf. I. 17, 18, 19) wird gebildet von mindestens 12–15 Lagen von Zellenreihen (Hyphen), welche der Länge des Stranges nach parallel laufen und mit einander fest und ohne Interzellularräume verwachsen sind. Die Hyphen der äusseren Lagen (Fig. 17f. 18 und 19a.) sind aus engeren und dickwandigeren Zellen zusammengesetzt, als die inneren, die einzelnen Zellen 2–4 mal so lang als breit, mit derber, brauner, deutlich geschichteter Membran versehen, im Querschnitt oft polygonal. Die seitliche Verbindung der Membranen ist oft so fest, dass dieselben eine homogene Masse zu bilden scheinen, auf dünnen Querschnitten, zumal bei Einwirkung von Kalilösung (Fig. 19) treten jedoch deutliche Grenzlinien hervor, welche die anscheinend homogene Masse in eine der Zahl der vorhandenen Zellenlumina entsprechende Anzahl von Membranen sondern.“ —

Nur die frei erwachsenen Rhizomorphenstränge besitzen eine solche Rinde, während die band- oder fächerförmig ausgebreiteten Rhizomorphen, welche im Baste der Bäume sich entwickeln, fast immer eine sehr dünne auf wenige Hyphenlagen sich beschränkende Rinde haben, von denen die äussersten sich nicht bräunen (Taf. I, 18). Oft besteht sogar die Rinde nur aus 2–3 Zellenlagen, die eine dünne mit dem Holz- und Bastkörper fest verwachsene Haut bilden.

Andererseits fehlt bei sehr dünnen Mycelhäuten der *Rhizomorpha subcorticalis* der Markkörper oft ganz oder ist nur durch wenige Hyphen vertreten. Die *Rhizomorpha* besteht dann nur aus der sehr zarthäutigen Rinde.

Am häufigsten beobachtete ich das Fehlen des Markes in den sich zottig verästelnden Zweigen, welche dem Rande grösserer Mycelkörper entspringen (Taf. I. 5c. Die äussersten Spitzen bestehen dann oft nur aus Rindehyphen (Taf. I. 9), von denen sich einzelne dünne Stränge aus wenigen selbst isolirten Hyphen bestehend ablösen (Taf. I. 6, 7, 8) und eine Art fädigen Myceliums bilden, charakterisirt durch Schnallenzellen und häufigeres Vorkommen einer gekörnelten Oberfläche (Taf. I. 8).

„An die Innenseite der Rinde legt sich eine meist dünne, zuweilen jedoch die Rinde selbst an Mächtigkeit übertreffende Gewebslage an, welche hellbraun, auf

*) Morphologie und Physiologie der Pilze etc. Seite 22 ff. Leipzig 1868.

dem Querschnitt sehr unregelmässig engmaschig und aus dünnen verfilzten Fäden zusammengesetzt ist, die einerseits von den inneren Rindenelementen entspringen, nach der anderen Seite hin allmählig in die farblosen Hyphen des Markes übergehen.

Dieses besteht hauptsächlich aus dünnen etwa $\frac{1}{560}$ Mm. starken, der Länge nach verlaufenden und spitzwinkelig verflochtenen Fäden (Taf. I. 16 und 17 g. g.) Die Membran derselben ist ziemlich derb, Querwände und Zweige finden sich bei erwachsenen Exemplaren nur selten. Zwischen diesen Fäden zerstreut, aber oft in ziemlich regelmässigen Abständen von einander finden sich dünnwandige farblose Zellen von der Gestalt cylindrischer Schläuche, bis zehnmal so dick, wie die genannten Fäden (Taf. I. 17 b.). Sie sind bei alten Exemplaren oft schwer aufzufinden. Die Interstitien des Markgeflechtes enthalten Luft.“ —

Eine der Innenseite der Rinde sich anlegende, von dem Marke verschiedene Gewebslage habe ich nie beobachtet.

Die aus engräumigen dickwandigen Hyphen bestehende Aussenrinde (Taf. I. 16 und 17 f. 18 und 19 a.) geht allmählig in die aus grosszelligen dünnwandigen Hyphen bestehende Innenrinde (Taf. I. 16, 17 f., 18, 19 b.) über. Darauf folgt immer sofort das Mark (Taf. I. 16, 17 g. 18 c.) falls nicht die Entstehung von Seitenästen resp. Fruchtträgern die Gegenwart eines Scheinparenchyms auf der Innenseite der Rinde erklärt (Taf. I. 17 m. Taf. II. 14 m.)

„Alte sehr starke Exemplare der cylindrischen Form (*Rh. subterranea*) haben oft eine unebene, runzelige Rinde, in welcher, wohl durch spätere Wucherung, die Zahl der Zellenschichten stark vermehrt und ihre Stellung unregelmässig ist. Im Innern solcher Exemplare fand ich öfters, doch nicht immer, eine braune der Rinde concentrische Zone, von dieser durch eine schmale Schicht gewöhnlichen Markgewebes getrennt und ihrerseits einen Strang des letzteren umschliessend. Diese Zone besteht aus Fäden, welche braunhäutig und sehr fest mit einander verflochten, im Uebrigen den gewöhnlichen Elementen des Markes gleich sind, in letztere auch continuirlich übergehen.

Eschweilers Darstellung vom Bau der Rhizomorphen ist wohl ohne Zweifel auf die Untersuchung solcher Exemplare gegründet.“

Die Annahme, dass eine spätere Wucherung die Zahl der Rindenhyphen zu vermehren im Stande sei, scheint mir sehr unwahrscheinlich und müsste zum mindesten bewiesen werden. Nach Ausbildung und Bräunung der Rinde halte ich ein Dickewachsthum der Stränge nicht mehr für zuthunlich ohne Zersprengung der Rinde. Rhizomorphenstränge mit einer zweiten gebräunten Innenzone habe ich nicht gefunden.

„Cultivirt man kräftige Rhizomorphen in einem feuchten Raume, so treiben sie schon oft nach 8 Tagen neue Zweige. Zuerst treten an beliebigen Punkten der Oberfläche kleine (etwa $\frac{1}{2}$ —1 Mm. grosse) weisse Flocken auf, gewöhnlich mehrere zu Gruppen zusammengestellt. Sie bestehen aus verzweigten, geschlängelten, zu einem Büschel vereinigten Hyphen, deren freie Enden farblos und zartwandig, deren Basis dagegen mit derber, brauner Membran versehen ist. (Taf. II. 7, 12, 14 n, 9). Sie entspringen von den inneren Rindezellen als Zweige, wachsen von hier aus zu einem cylindrischen Strang vereinigt, senkrecht nach aussen, durchbrechen die äusserste Rindelage und treten dann strahlig auseinander. Diese Büschelchen sind die Vorläufer der Aeste; mit dem Erscheinen dieser verschwin-

den sie, man findet nur mehr ihre zerfallenden Reste. An denselben Stellen, wo aussen die Büschelchen entstehen, beginnt gleichzeitig eine Neubildung auf der Innenfläche der Rinde. Es entsteht hier ein dichtes parenchymähnliches Gewebe aus ziemlich weiten, unregelmässig länglichen, sehr zartwandigen, wasserhellen Zellen bestehend, welche theils ganz ordnungslos, theils in senkrecht zur Oberfläche verlaufende Reihen gestellt sind. (Taf. I. 17 m. Taf. II. 7, 14 m.) Soweit ich es bei der grossen Zartheit und festen Verbindung seiner Zellen entscheiden konnte, verdankt dieses Gewebe immer Sprossungen, welche von den innersten Rindezellen ausgehen, seinen Ursprung. Seine Elemente vermehren sich rasch und beträchtlich, sie legen sich fest an und zwischen die peripherischen Markhyphen drängen viele derselben oft dergestalt aus ihrer geraden Längsrichtung heraus, dass sie bogig durch das neugebildete Gewebe verlaufen und heben die Rinde, mit der sie stets in festester Verbindung stehen, etwas von dem Marke ab. Unmittelbar unter den Büschelchen ist die Neubildung oft besonders lebhaft, die Rinde wird hier zuweilen in Form eines von dem farblosen jungen Gewebe ausgefüllten Cylinders, der das Büschelchen als kurzer Stiel trägt, nach aussen gehoben. Von dem neugebildeten Gewebe geht nach wenigen Tagen die Anlage eines oder mehrerer Zweige aus. Eine Portion jenes Gewebes wächst zu der Form einer conischen, mit der Spitze gegen die alte Rinde gewendeten Warze aus, durchbricht jene und tritt aus dem Risse als ein weisser, kegelförmiger Körper, Zweiganfang, hervor.“ —

Bis zu diesem Punkte stimmt die Beschreibung der Entstehung von Rhizomorphenästen im Wesentlichen überein mit der Entstehung junger Fruchträger wie sie zu beobachten mir geglückt ist.

Was aber im Besonderen den Ursprung der Haarbüschel betrifft, so entstehen dieselben jedenfalls auch auf der Oberfläche der Rinde (Taf. II. Fig. 7 u. 14 nn.), da sehr oft nicht die geringste Rindendurchbrechung unter den Haarbüscheln zu beobachten ist. Auch in der Nähe der Stellen, an denen die Rinde durchbrochen ist, sieht man oft einzelne Haare unzweifelhaft der Rindenoberfläche entspringen. Die Oberfläche der Haare zeigt eigenthümliche Körnchen (Taf. II. Fig. 9), welche bei Behandlung mit Kalilösung sich zum Theil loslösen. Einzeln, wenn auch selten entstehen ähnliche Hyphen im Gewebe des hervorbrechenden jungen Fruchträgers wie Fig. 10 n. zeigt. Eine sehr auffällige Bildung beobachtete ich an der Basis eines solchen Haares. Von den Basalzellen entsprang ein Sterigmenähnlicher Auswuchs, an dessen Spitze eine dunkelbraun gefärbte rundliche Zelle (Taf. II. 10 o.) sich befand. Die Entstehung des Scheinparenchyms unter den Haarbüscheln wird (Taf. I. Fig. 17 m.) gezeigt. Von den innersten Rindezellen entspringen zahlreiche Hyphen, die von den Markfäden sich gleich anfänglich durch grössere Dicke, vor allem aber dadurch unterscheiden, dass die doppelte Contourirung der Zellwand eine häufige Verästelung und zahlreiche Querwände auffallend in die Augen springen. Sie nehmen nicht weit von ihrer Ursprungsstelle bedeutende Dimensionen an und bilden das Scheinparenchym welches für das Gewebe der Fruchträger charakteristisch ist (Taf. I. Fig. 17 m. und Taf. II. Fig. 10 m.)

„Die oberflächlichen Zellen an der Basis des Zweiganfanges erhalten sofort braune Membranen; sie stellen eine aus rundlichen oder länglichen Zellen gebildete Rinde mit unebener Oberfläche dar, welche mit der Innenrinde des alten Stammes fest verwachsen bleibt. In der Mitte der Zweiganlage strecken sich die Zellen in

der Richtung der Längsachse, ihre reihenweise Anordnung tritt mit der Streckung immer deutlicher hervor, sie bleiben farblos und zartwandig, mit dem unregelmässigen Scheinparenchym unter der alten Rinde in festem Zusammenhange. Gegen die Spitze der Zweiganlage convergiren die Zellreihen (Hyphen) welche sie zusammensetzen. (Taf. I. Fig. 10). Die axilen verlaufen gerade, die peripherischen neigen sich bogig gegen dieselben; so entsteht ein mehr oder weniger abgerundetes conisches Ende, welches als der Vegetationspunkt des jungen Zweiges zu bezeichnen ist. Die Dicke der Hyphen und die Länge ihrer einzelnen Zellen nimmt gegen den Vegetationspunkt hin stetig ab; erstere beträgt hier etwa $\frac{1}{450}$ Mm. Alle nach dem Vegetationspunkte convergirenden Hyphen sind fest an einander gelegt, die peripherischen stets ganz lückenlos, zwischen den axilen sind oft schon sehr früh lufthaltige Intersitien vorhanden. Die ganze Aussenfläche der beschriebenen Zweiganlage wird von einem lockeren Geflecht verzweigter, meist $\frac{1}{450}$ Mm. dicker, hier und da stärkerer Hyphen überzogen, welche als Aeste von den oberflächlichen Zellen der Zweiganlage entspringen (Taf. I. Fig. 10 und 11 e). Zwischen diesen Fäden liegt eine homogene, farblose, im Wasser stark quellende Gallerte, daher die Oberfläche des Zweiges schlüpfrig ist. Die Dicke der jungen Zweige betrug in meinen Culturexemplaren durchschnittlich 1 Mm.“ —

Die eigenthümliche Gallerthülle der wachsenden Rhizomorphenspitze scheint nie zu fehlen, erreicht aber zuweilen eine Ausdehnung, welche Veranlassung gab, die zwischen Holz und Bast eines jungen, plötzlich getödteten Kirschbaumes entwickelte Rhizomorphenbildung (Taf. I. Fig. 26) zu zeichnen.

Die Gallerte (c.) welche durch mehrere bandförmige Rhizomorphen (d.) ausgeschieden worden ist, bildet eine Schicht von 5 Mm. Dicke und bräunlicher Farbe. Sie ist in allen Theilen von demselben Geflecht vielverzweigter Hyphen durchzogen, wie dies Tafel I. Fig. 11 e. darstellt und löst sich bei Behandlung mit Kalilauge fast vollständig auf, so dass die eingebetteten Hyphen völlig frei gelegt werden.

Die Hyphen in der Gallerte sind reich verästelt, vielfach septirt und zeigen zuweilen eigenthümliche kugel- oder birnförmige Anschwellungen (Taf. I. Fig. 12), deren Bedeutung nicht klar ist, da die Annahme, dass es Befruchtungskugeln seien, zu wenig Berechtigung haben dürfte. Dass diese Hyphen den Randhyphen der Rhizomorphe entspringen, lässt sich wohl kaum bezweifeln, dass sie unmittelbar unter dem Vegetationspunkte entstehen, geht aus der in Fig. 10 angedeuteten Richtung hervor, die bei d eine vorherrschend strahlige, 1 Mm, unter der Spitze dagegen schon eine vorherrschend der Längsachse des Stranges parallele ist. Zuweilen zeigen diese Hyphen schon 5 Mm. unterhalb der Spitze eine höchst merkwürdige Zellwandbildung (Taf. I. Fig. 13).

Die ursprünglich überall gleiche, ziemlich dicke Zellwand ist hierselbst in längere oder kürzere Bruchstücke zerrissen, wie sie nur aus einer Streckung der Hyphen sich erklären lässt, die nach dem Aufhören der Dehnungsfähigkeit der Zellwand stattgefunden hat.

Die zerrissenen Zellwandstücke werden durch den gestreckten Innenschlauch mit einander verbunden. Eine analoge Zellwandbildung dürfte nur äusserst selten vorkommen und ist von mir bisher nirgends beobachtet.

„Nach dem Hervortreten aus der alten Rinde wächst der Zweig in die Länge, durch fortdauerndes Spitzenwachsthum aller in dem Vegetationspunkt vereinigter

Hyphenenden. Dieser behält fortwährend seine ursprüngliche Beschaffenheit bei; die dicht aneinander gedrängten Hyphen sind in ihm stets kurzgliedrig, reich an Protoplasma und, soweit es unterschieden werden kann, alle einander gleich.

Dicht unter dem Vegetationspunkt beginnt die Streckung der Zellen und die Sonderung des Gewebes in eine axile Portion, die ich primäres Mark nennen will und eine periphere, die Rinde.

Jenes (Taf. I. 10 und 14 b.) bildet einen weissen, schmalen Cylinder, aus Hyphen bestehend, deren cylindrische, zartwandige und grösstentheils wasserhelle Flüssigkeit enthaltende Zellen schon ziemlich dicht unter dem Vegetationspunkte eine Dicke von $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{50}$ Mm. bei 2—8 mal grösserer Länge erreichen. Zwischen den Hyphen treten luftführende Interstitien auf.

Zuweilen sind die Zellen benachbarter Hyphen paarweise in Form eines H verschmolzen. Gegen die Peripherie hin werden die Hyphen des primären Markes schmaler und gehen allmählig in die der Rinde über. (Fig. 10, 11, 14 b—c.)

Diese besteht aus engen und fest aneinander gelegten Hyphen, von denen die alleräussersten in der jungen Rinde mit den übrigen in lockerem Zusammenhange nur durch weiche, farblose Gallerte mit ihnen und miteinander in Verbindung gehalten sind. (Fig. 10, 11 und 14 f.) Von ihnen entspringen die Fäden des oben erwähnten losen und von Gallerte umgebenen Geflechtes, welche den jungen Rhizomorphenzweig stets umgeben und welchen von dem Vegetationspunkte aus stets neue hinzugefügt werden.“

Dem vorstehend beschriebenen Bau der runden Rhizomorphenspitze ist völlig übereinstimmend der Bau der plattgedrückten Rhiz. subcorticalis, selbstredend mit den naheliegenden durch die Form bedingten Modificationen. Ein Schnitt rechtwinklig auf die Breitseite der Rhizomorphe (Taf. I. 4 b.) geführt, zeigt genau das (Fig. 10) dargestellte Bild. Völlig abweichenden Bau zeigen die oftmals dem Rande der Rhizomorphen entspringenden, in feinzugespitzte Aeste sich zertheilenden Stränge (Taf. I. Fig. 3 links und Fig. 5 c.)

Den keilförmig zugespitzten (Fig. 9) oder in feine Haarspitzen (Fig. 6, 7, 8) verlaufenden Zweigen fehlt das primäre Mark gänzlich, vielmehr bestehen sie nur aus äusserst feinen den peripherischen Rindehyphen der vorigen Form (Fig. 11 f.) völlig entsprechenden Hyphen. Sind zahlreiche Rindehyphen vereinigt (Fig. 9) so erkennt man ganz deutlich die sie zusammenhaltende Gallertgrenze, sind die letzten Spitzen nur aus einzelnen Hyphen gebildet, so läst nur die Verkittung derselben auf das Vorhandensein einer Gallert schiessen.

„Auf eine Strecke von wenigstens 2—3 Mm. unter dem Vegetationspunkt ist der junge Zweig immer ganz farblos. Weiter nach unten beginnt die Rinde eine immer intensiver werdende schön braune Färbung anzunehmen: zunächst sind es die Membranen von etwa sechs unter der Oberfläche gelegenen Hyphenlagen (Taf. I. 16 c. und 18 b.) welche sich färben, indem sie sich gleichzeitig verdicken; eine ausserhalb liegende, etwa gleich starke Schicht zeigt die Färbung und Membranverdickung später und langsamer. Gleichzeitig mit letzterer nimmt das lockere Fadengeflecht der Oberfläche braune Farbe an, die Gallerte wird fester und weniger quellbar, gleichfalls braun. Letztere Theile entwickeln sich so zu den äusseren, engzelligen, die zuerst gefärbten Lagen zu dem inneren Rindengewebe. In wenigen Fällen sah ich auf den Hyphen der eben braun werdenden Rinde zahlreiche farblose Zweige hervorsprossen, welche zusammen einen dichten Ueberzug

von gleichhohen, rechtwinklig abstehenden, durch Gallerte verbundenen Haaren bildeten, der später verschwand. Meistens kommen diese Gebilde nicht vor.“

Was die Bräunung der Rinde betrifft, so weicht diese wenigstens bei der im lebenden Baste sich entwickelnden Form *subcorticalis* insofern von der vorherbeschriebenen Art ab, als sehr oft entweder eine Bräunung gar nicht oder nur in der Innenrinde oder nur in der Aussenrinde sich einstellt. Die Angabe, dass das lockere Fadengeflecht der Oberfläche mit der sie umhüllenden Gallerte zur Aussenrinde werde, ist unrichtig, wenn mit ersteren die Hyphen (Fig. 10 u. 11 e.) gemeint sind. Letztere scheinen sehr bald das Vermögen sich zu vergrössern, einzubüssen, vertheilen sich auf der, an Grösse durch Zellenwachsthum bedeutend zunehmenden Oberfläche der Rhizomorphen meist sehr ungleichmässig und sind schon bei x Fig. 4, also etwa 1 Ctm. unterhalb der Spitze nur noch als kleine braune Pustel, Hyphenbüschel zu erkennen (Fig. 13). Beim Eintritt der Rindenbräunung dürften diese unregelmässig in der Gallert vertheilten Hyphen wohl meist ihren Untergang gefunden haben. Die Zusammensetzung der Aussenrinde aus der Achse des Stranges parallel laufenden Hyphen (Taf. I. Fig. 17 f. 18 und 19 a.) spricht dafür, dass sie aus den in Fig. 11 und 14 mit f bezeichneten äussersten Rindehyphen hervorgegangen ist.

Diesen entspringt auch das so hochwichtige fädige Mycelium des Pilzes, dessen Bedeutung de Bary nicht erkannt hat. Die von ihm in einzelnen Fällen beobachteten sogenannten Haare entstehen bei jeder zwischen Holz und Rinde sich entwickelnden Rhizomorpha *subcorticalis* als die eigentlichen Nahrung aufnehmenden Organe des Pilzmyceliums. Die rundlichen Stränge der Rh. *subterranea* welche im Boden, in der Luft, an der Oberfläche von Hölzern umherkriechen, den Pilz gewissermassen nur verbreiten, dürften vielleicht kaum erkleckliche Nahrungsmengen aufnehmen.

Unmittelbar unter der Spitze der jungen Rh. *subcorticalis* entspringen den Rindehyphen rechtwinklig abstehende Mycelfäden (Fig. 10, 11, 14, u. 16 h.), welche die Gallertschicht durchwachsen und sich sodann mehrfach verästeln.

Diese Fäden dringen in den Bastkörper und die Rinde ein, gelangen andererseits vorzugsweise durch die Markstrahlen in das Innere des Holzkörpers. (Fig. 14, 15, 16).

Bei den Nadelhölzern suchen sie vor Allem die Harzkanäle auf, wachsen in diesen schnell aufwärts, weit höher im Baume empor, als die Rh. *subcorticalis* im Baste sich entwickelt hat.

Das Stärkemehl führende Zellgewebe in der Umgebung der Kanäle wird durch die Mycelfäden zerstört, so dass zuletzt eine grosse Lücke die Stelle anzeigt, wo früher ein Kanal sich befunden hat. (Taf. I. 23, 24, 25). Wir werden späterhin sehen, wie sich aus der Entwicklung des fädigen Myceliums in den Harzkanälen der Nadelhölzer während des Krankheitsjahres nicht nur der Harzausfluss am Wurzelstock, sondern sogar die Entstehung zahlreicher Harzlücken in Rinde und neugebildetem Holzkörper erklären lässt.

Eine äusserst wichtige Rolle spielt das fädige Mycelium auch überall da, wo Rhizomorphen an abgestorbenen Bäumen, Laub und Nadelhölzern, selbst an verbauten Hölzern sich entwickeln. Die Fäden dringen in das Holz ein, wachsen besonders in reicher Zahl in den Holzröhren aber auch in andern Organen, und veranlassen dadurch die schleunigere Zersetzung des Holzes. Besonders aus den

Markstrahlrücken, aus den Oeffnungen der Holzzellen treten die Fäden dann oft in Gestalt rostfärbiger Büschel hervor, welche in ihrem Bau völlig übereinstimmend sind mit den an Rhizomorphensträngen beschriebenen Haarbüscheln (Taf. II. Fig. 12, 14 u. 9).

„Die innersten, braunen Rindezellen und die äusseren Lagen des primären Markes dehnen sich schon vor Beginn der Braunfärbung beträchtlich in die Dicke und Breite aus; die axilen Reihen des Primärmarkes zeigen die Ausdehnung nach den bezeichneten Richtungen in geringerem Masse, sie strecken sich nur stark (bis zum 20fachen des Querdurchmessers) in die Länge. Der Zweig nimmt daher an Umfang zu, die axilen Hyphen werden auseinander gezerzt, die luftführenden Lücken zwischen ihnen bedeutend erweitert. Das primäre Mark (Fig. 10 u. 14 b.) hat, wie ohne weiteres einleuchtet, eine von dem Marke der fertigen Rhizomorphe total verschiedene Structur. Da, wo die Bräunung der Rinde anfängt, beginnt nun die Bildung des definitiven Markes. Alle innerhalb der Rinde gelegenen farblosen Zellen, sowie die innersten Rindezellen selbst treiben nämlich jetzt, theils aus ihrer Seitenwand, theils besonders aus ihren Enden dünne, verzweigte Hyphen (Fig. 14 g.) welche anfangs zartwandig, mit deutlichen Querwänden und trübem Plasmahalt versehen, sich rasch verlängern und die Beschaffenheit der fertigen Markhyphen annehmen. Das Wachsthum dieser Fäden ist der Längsachse des Zweiges parallel, theils nach der Spitze, theils nach der Basis dieses gerichtet; sie schieben sich allenthalben zwischen die Zellen des primären Markes, vermehren und verlängern sich, so dass sie jene bald verdrängen und zusammendrücken, und die Hauptmasse des von der Rinde umschlossenen Gewebes bilden: einen dichten, feinfädigen Strang, in welchem die Zellen des primären Gewebes zerstreut liegen, (Fig. 17, b., g.) als weite dünnwandige, manchmal nur mit Mühe aufzufindende Schläuche. Oft hat das Mark schon 1—2 Cm. unter dem Vegetationspunkte diese Structur. Aus der Basis des jungen Zweiges treten die Markfäden desselben zwischen die des alten Hauptstammes und verflechten sich mit ihnen, so dass zuletzt das Mark des letzteren sich continuirlich in das des Zweiges fortsetzt.“

Es bleibt mir noch zu bemerken übrig, dass die frische Rh. subcorticalis sich durch einen sehr angenehmen, mit dem der Fruchträger von *Agaricus melleus* völlig übereinstimmenden Geruch, sowie durch das eigenthümliche Phosphoresciren auszeichnet, welches in der Dunkelheit auf weite Entfernung hin zu erkennen ist.

Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane.

Schon seit langer Zeit hat das Aufsuchen der Fructificationsorgane von *Rhizomorpha fragilis* die Botaniker beschäftigt und zu den verschiedenartigsten, nunc wohl sämmtlich als erledigt zu betrachtenden Annahmen geführt.

De Bary, welcher in seiner Morphologie und Physiologie der Pilze eine Uebersicht dieser Arbeiten bis zum Jahre 1865 giebt, kommt zu dem Resultate, dass „nach den gegenwärtigen Beobachtungen es noch nicht mit Bestimmtheit möglich sei, zu sagen, welcher Pilzspecies die Rh. fragilis angehöre“.

Da die früheren Ansichten zur Zeit nur noch ein historisches Interesse bieten dürften, so genügt wohl ein kurzer Ueberblick über dieselben.

Decandolle, Eschweiler und Acharius glaubten an den Rhizomorphen eine Pyrenomycetenfrucht gefunden zu haben, die aber später als Auswüchse und Zweigrudimente erkannt wurden.

Fries betrachtet noch neuerdings die Rhizomorphen als eine Perithecieen tragende Gattung von Pyrenomyceten.

Otth fand auf der Rinde von *Rhizom. subcorticalis* kleine, schwarze, borstendicke und 2—4 Mm. lange Körper aufsitzen, die an der Spitze eine der Gattung *Stilbum* oder *Graphium* gleiche Fructification tragen. Die Ansichten der Botaniker über diese Otth'schen Körper sind verschieden; es dürfte nunmehr die Ansicht von Montagne und Cesati, welche dieselben für eine schmarotzende *Stilbum*art halten, an Wahrscheinlichkeit gewinnen.

Palisot de Beauvais fand eine Rhizomorphe, deren Zweigenden sich zu einem unregelmässig verbreiteten *Xylostroma* vereinigten, dessen Rand sich zu einem unzweifelhaften fruchttragenden *Polyporus* entwickelte.

Caspary schliesst aus dem Auftreten von Fruchttägern des *Trametes Pini* an Kiefern, die auch *Rhizomorpha fragilis* zeigten, dass jene die Fruchttäger der letzteren seien.

Caspary will auch *Polyporus*-Arten und *Agaricus ostreatus* in Verbindung mit *Rhizomorpha* gefunden haben.

Tulasne sah aus *Rhiz. subcorticalis* fruchttragende *Polyporus cuticularis* und *alneus* sich entwickeln etc.

Haller, Bail und Lasch wollen fruchttragende *Xylaria Hypoxylon* der *Rhizomorpha* aufsitzend beobachtet haben. Bail hat seine Angaben selbst berichtigt, indem er erklärte, den inneren Zusammenhang der *Xylaria* mit *Rhizomorpha* nicht nachweisen zu können.

Fuckel will jüngst 1870 die unzweifelhafte Fruchtbildung von *Rhizomorpha* aufgefunden haben in Gestalt vollkommener, kohligter, circa 1 Mm. hoher und $\frac{1}{2}$ Mm. breiter, unten zugerundeter, nach oben in einen kegelförmigen Schnabel auslaufender, glänzend schwarzer, durchbohrter Perithecieen, die mit ihrer Basis nur wenig in das Stroma eingesenkt sind.

Im Innern enthalten sie freie, 16—20 Mik. lange und 8 Mik. breite, eilängliche, etwas ungleichseitige, glatte braune, mit meist 8 runden, hyalinen Sporiadiolen erfüllten Sporen.

Im Hinblick auf die eigenen Untersuchungsergebnisse darf es mir wohl gestattet sein, zu bezweifeln, dass in den Perithecieen Fuckels die eigentlichen, ächten Fortpflanzungsorgane der *Rhizomorpha fragilis* gefunden sind, vielmehr glaube ich behaupten zu können, dass die (Taf. II.) dargestellten Fruchttäger des *Agaricus melleus* die einzigen allgemein und regelmässig sich bildenden Fruchttäger der *Rhizomorpha fragilis* sind, und schliesse ich mich völlig der Ansicht de Bary's an, indem derselbe sagt:

„Es ist in der That wenig wahrscheinlich, dass diese sich immer gleich bleibenden Eigenthümlichkeiten (im Bau der *Rh. fragilis*) so ganz verschiedenen Pilzspecies zukommen sollten, wenigstens muss dies bezweifelt werden, bis der genauere Nachweis dafür geliefert ist. Dass es rhizomorphenähnliche, aber von den typischen Rhizomorphen im Bau entschieden abweichende Myceliumstränge wirklich giebt, beweist die Beobachtung von Tulasne, welcher eine Form derselben *Xylaria Hypoxylon* aus einem langen, schwarzen Rhizomorphenstrang entspringend

fand. Die weisse Mittelsubstanz des letzteren bestand aus dicken Fasern, deren Membran bis zum Verschwinden des Lumens verdickt war; sie wurde umgeben von einer schwarzen Rinde aus rundlich tafelförmigen oder kuglich polyedrischen Zellen etc.“

Die Fruchträger des *Agaricus* (*Armillaria*) *melleus* entwickeln sich Anfang October theils am Wurzelstock solcher Bäume, unter deren Rinde *Rhiz. subcorticalis* sich vorfindet, sobald dieselben durch Rindenrisse und dgl. äusserlich hervorkommen können, theils an der Spitze der *Rhizomorphenstränge* im Boden.

Taf. II. Fig. 4 zeigt eine junge der Krankheit erlegene Kiefer mit zahlreichen büschelweise aus Rinderissen hervorbrechenden Fruchträgern, (a. a.) deren Zusammenhang mit dem Rande der *Rh. subcorticalis* leicht nachzuweisen und in Fig. 5 durch Blosslegung derselben nach Entfernung der Rinde zu erkennen ist. Einzelne aus der Rinde hervorgewachsene Stränge der *Rh. subterranea* tragen mehr vereinzelte Fruchträger (b. b.) an der Spitze.

Die Stellung der Fruchträger an den Strängen der *Rh. subterranea* ist eine sehr verschiedene. Entweder sitzen sie einzeln unmittelbar auf oder etwas unter der Spitze des Stranges (Taf. II. Fig. 6 a. b., 8 u. s. w.), oder es entstehen gleichzeitig mehrere Fruchträger an der Spitze der Stränge (Fig. 6 c. 11, 1 c. u. s. w.) Von diesen verkümmert die Mehrzahl (Fig. 1 c, 27, 28, 29, 30) oder sie verwachsen nachträglich zu einem einzigen Fruchträger. (Fig. 31).

Oft sieht man aber auch zahlreiche Fruchträger seitlich aus der Rinde des Stranges hervorbrechen. In Fig. 1b. sind an den beiden Gabelästen eines Stranges zahlreiche Fruchträger hervorgebrochen, von denen nur die obersten völlig zur Entwicklung gelangt sind, während die unteren, je näher der Gabeltheilung, um so kleiner werden, bis sie schliesslich in die Haarbüschel übergehen, welche den ersten Anfang der Ast- und Fruchträgerbildung bezeichnen. Diese Gabelstelle ist in Fig. 12 in natürlicher Grösse besonders gezeichnet.

Die verkümmerten Fruchträger bleiben meist hell, oft ohne deutliche Huthbildung, zuweilen erscheinen sie nur als dunkelbraun gefärbte Zotten nahe der Anheftungsstelle des entwickelten Fruchträgers. (Fig. 29 u. 30.)

Die Entstehung des Fruchträgers stimmt anfänglich vollständig überein mit der eines Seitenastes, wie wir sie Seite 17 u. 18 kennen gelernt haben. Unter einem Haarbüschel entsteht auf der Innenseite der Rinde ein parenchymähnliches Gewebe (Taf. I. Fig. 17 m.), welches die Rinde durchbricht und in Gestalt eines kleinen hellgefärbten Knöpfchens zum Vorschein kommt.

In Fig. 7 u. 14, sieht man das Scheinparenchym (m) nach aussen treten, nachdem die Rinde unter dem Büschel gesprengt worden ist. Fig. 6 a. zeigt in natürlicher Grösse die erste unzweifelhafte Anlage eines Fruchträgers, welche (Fig. 7) stärker vergrössert worden ist. Das Scheinparenchym (m. m.) bildet die Grundmasse desselben und ist Fig. 10 m. dargestellt, aus unregelmässig verschlungenen, grosszelligen Hyphen bestehend. Im äusseren Umfange des Fruchträgers bräunen sich die Randhyphen und zeigen sehr mannigfach verschieden gestaltete Endglieder (Fig. 10 a.)

Während der Fruchträger durch vielfache Verästelung seiner Hyphen (Fig. 10 b.) seine allseitige Vergrösserung ermöglicht; beschränkt sich die Bräunung der Randhyphen nur auf die unterste Basis (Fig. 8), so dass im Allgemeinen die rein weisse Färbung durch nichts gestört wird. Die Ausbildung der Fruchträger

vom ersten Entstehen bis zur Loslösung der Armilla vom Hutrande dauert mindestens 14 Tage bis 3 Wochen, mithin relativ lange Zeit im Vergleich zur Entwicklung vieler anderer grosser Fruchträger der Gattungen *Agaricus*, *Polyporus* etc. Sie ist in wesentlichen Punkten völlig abweichend von der Darstellung der Entwicklung beschleierter Fruchträger der Gattung *Agaricus*, wie sie de Bary giebt, so dass eine speciellere Beschreibung derselben am Orte sein dürfte. Hoffmann*) giebt eine Beschreibung des *Agaricus melleus*, bei der er sich aber nur auf den völlig oder nahezu entwickelten Zustand beschränkt. Auffallend ist es trotzdem, dass er den Zusammenhang mit *Rhizomorpha* nicht bemerkt hat.

De Bary sagt Seite 68 ff.: „Der Fruchträger mancher (beschleierter) Agaricinen (*Agaricus campestris*, *praecox*, *Coprinus micaceus* und Verwandte) ist in der ersten Jugend ein aus zarten Hyphen dicht und gleichförmig zusammengeflochtener Körper. Schon sehr früh werden durch Differenzirung des ursprünglich gleichartigen Geflechtes die Haupttheile des Fruchträgers abgegrenzt und angelegt. Im Inneren des oberen Theiles des Körpers entsteht durch Auseinanderweichen der Gewebelemente eine schmale und enge luftführende Lücke von der Gestalt eines horizontalen Ringes. Was über dieser liegt, wird zum Hute, das von ihr umringte und unter ihr befindliche Gewebe zum Stiele. Das Gewebe an ihrer Aussenseite entspricht dem Hutrande, seine Hyphen setzen sich aber ohne Unterbrechung oder Veränderung in die der Stieloberfläche fort.“

Die Untersuchung der frühesten Zustände der Fruchträger von *Agaricus melleus* zeigt, dass auch hier, wie bei den nicht beschleierten Agaricinen der Hut durch eine flache Ringfurche entsteht, welche anfänglich nach aussen völlig offen (Fig. 17 a.) erst später durch Verwachsung der Randhyphen des Hutes und des Stieles über der Ringfalte von einer Hyphenschicht, dem Schleier bedeckt wird. Schon ehe äusserlich der entstehende Hut durch eine Einschnürung unter der Spitze sich zu erkennen giebt (Fig. 6 b u. 8), entsteht die Ringfurche dadurch, dass die Randhyphen des Fruchtkörpers in einer ringförmigen Zone in ihrer Entwicklung zurückbleiben, während oberhalb und unterhalb derselben die Randhyphen nach aussen sich sehr vergrössern und verlängern und dieselben eigenthümlichen Endhyphen bilden, wie sie (Fig. 10 a.) dargestellt sind. Die Hyphen oberhalb der Ringfalte richten sich schräg nach unten, diejenigen unterhalb der Ringfurche nach oben, so dass anfänglich die Entstehung der Ringfurche äusserlich nicht zu bemerken ist. In Fig. 16, (Vergrösserung der Figur 15) tritt die Einschnürung bereits äusserlich hervor. Der Ausschnitt a ist (Fig. 17) vergrössert dargestellt. Während die Randhyphen oberhalb und unterhalb der Ringfurche eine lockere Schicht auf der ganzen Oberfläche des Fruchträgers bilden, sind die auf die Ringfurche stossenden Hyphen (Fig. 17d.) äusserst fein, enggeschlossen und in nahezu rechtwinkliger Richtung gegen die Oberfläche der Lücke verlaufend. Sie bilden die erste Anlage der künftigen Hymenialschicht. Indem die in ihrer Wachstumsrichtung sich sehr früh gegenseitig kreuzenden Hyphen über der Ringfalte unter einander sich verflechten und verwachsen (Fig. 20), wird diese nachträglich gegen aussen abgeschlossen und gewinnt es den Anschein, als sei dieselbe im Innern des Fruchtkörpers entstanden. Vergleicht man Fig. 20 mit der von de Bary a. a. O. Fig. 26 gegebenen Abbildung eines jugendlichen *Agaricus campestris*, so erscheint aus der

*) Hoffmann, *Icones analyticae*.

Uebereinstimmung beider Figuren die Vermuthung ihre Rechtfertigung zu erhalten, dass auch bei letzterem Fruchtkörper in der Region r erst eine nachträgliche Verwachsung der Hyphen des Hutes und des Stieles eingetreten ist.

Das nächste Entwicklungsstadium ist in Fig. 5, 18, 19, 20 dargestellt. Die Stiele sind sehr dick flaschenförmig 2—5 Ctm. gross und tragen einen verhältnissmässig noch sehr kleinen Kopf, dessen Oberfläche hell kupferfarben und mit dunkelbraunen Haarbüscheln bedeckt ist, während ersterer weiss und besonders im oberen Theile durch dunkle Haarbüschel getiegt ist. Der Ausschnitt a von Figur 19 ist in Fig. 20 vergrössert. Ueber der Ringfalte hat sich das Gewebe des Fruchträgers horizontal ausgebreitet zur Hutschubstanz (f.) Der Rand des Hutes hat sich über der ebenfalls vergrösserten Lücke nach innen umgerollt (g.) In der Zone i. sind die Hut- und Stielhyphen durcheinander gewachsen, während in dem Winkel, welchen Stiel und Hut zusammenbilden eine Schicht parallel laufender Hyphen h sich nach aussen abgezweigt hat, und durch Verlängerung die künftige Armilla bildet. Die ganze Unterseite des Hutes wird von der, aus rechtwinkelig gegen die Oberfläche stehenden Hyphen gebildeten Hymenialschicht bedeckt. Von der in Fig. 17 noch glatten Unterseite des Hutes haben sich durch in radialen Streifen erfolgende Verlängerung der Hymenialhyphen die Lamellen d^{*} gebildet, die aber nicht sämmtlich vom Rande bis zum Stiele verlaufen, sondern, wie Fig. 21 und 28 zeigt, zum Theil nur vom Rande bis zur Mitte gehen oder sogar nur am äussersten Rande des Hutes sich erheben. Die weitere Entwicklung zu dem in Fig. 27 und 28 dargestellten Zustande bedarf keiner weiteren Erläuterung. Untersucht man in diesem Stadium, während die Armilla sich vom Hutrande löst durch Zerreißung der Fig. 20 i gezeichneten Verwachsungsstelle, so findet man nur eine geringe Menge der keulenförmigen Basidien bereits mit Sporen versehen (Fig. 22). Isolirt man einige Hyphenäste der Trama mit den daran sitzenden Basidien (Fig. 23) so zeigt sich, dass neben einer keulenförmigen Basidie (a. b.) in der Regel eine kleinere, cylindrische Zelle (Fig. 23 c.) sitzt, welche wohl nur als verkümmerte Basidie aufzufassen ist. Zuweilen verlängern sich dieselben über die gemeinsame Hymenialschicht hinaus (Fig. 22 c.) und wurden schon von Hoffmann gesehen aber wohl mit Unrecht als Pollinarien bezeichnet. Für die Annahme, dass diese cylindrischen Zellen nur verkümmerte Basidien seien, spricht der Umstand, dass dieselben gerade so, wie die Basidien binnen 24 Stunden einen Keimschlauch entwickeln, wenn man einen Lamellendurchschnitt im Wasser unter dem Deckglase auf der Objectplatte liegen lässt. Fig. 24 zeigt solchen Lamellenschnitt an dem die keulenförmigen Basidien oft sogar 2 oder 3 Keimschläuche entwickelt haben. Letztere zeigen Septirung und Schnallenzellen wie die isolirten Hyphen der Rhizomorphen.

Die Sporen (Fig. 25) sind eiförmig, zeigen körniges Plasma oder Oeltropfen und keimen sehr zahlreich im Wasser auf der Objectplatte binnen 20 Stunden. (Fig. 26) Meist entwickeln sie nur einen, zuweilen auch zwei Keimschläuche, welche an beliebigen Stellen, am häufigsten allerdings in der Nähe des spitzen Endes hervorkommen. Die am 27. October ausgesäten Sporen hatten schon am folgenden Tage Keimschläuche von der dargestellten Länge entwickelt. In den folgenden Tagen entwickelten sich zahllose Fadenpilze auf der Objectplatte, welche aus jenen Keimschläuchen hervorgegangen zu sein schienen und kleine ovale Sporen abschnürten. Da ich aber nicht die volle Ueberzeugung über den Zusammenhang

derselben mit den Agaricussporen mir verschaffen konnte, so habe ich diese Fadenpilze nicht gezeichnet. Leider wollte es mir nicht gelingen, zum zweiten Male Sporen zum Keimen zu bringen, die allerdings aus völlig entwickelten Fruchträgern entnommen waren.

Ich säete auch Sporen auf abgefallenem Buchenlaube aus, welches auf einem feucht gehaltenen Blumentopfe der äusseren Lufttemperatur ausgesetzt wurde, untersuchte die im Walde ausgefallenen, ein weisses Pulver auf dem Laube und den Nadeln bildenden Sporen, ohne je wieder eine Keimung beobachten zu können. Es scheint desshalb die Keimfähigkeit von sehr kurzer Dauer und nur unmittelbar nach der Loslösung der Armilla vom Hutrande vorhanden zu sein.

Die völlig entwickelten Fruchträger (Fig. 29) erreichen zum Theil eine bedeutende Grösse. Der Stiel verlängert sich sehr, der Hut erlangt einen Durchmesser bis zu 15 Zm.

Ich gebe zum Schlusse noch die Fries'sche Diagnose:

Pileo carnosio explanato squamoso-piloso, margine tenui expanso striato, stipite spongioso-farcto dein cavo elastico fibrilloso prope apicem annulo floccoso patente cincto, lamellis adnatis dente decurrentibus subdistantibus pallidis, dein albido-farinosos subrufescenti-maculatis.

Vulgatissimus inter folia decidua sylvarum ad basin truncorum, in pratis; etiam in tectis stramineis carbonariis etc.

Color pilei melleus, senilis fuliginosus l. olivaceus.

Der dem *Agaricus campestris* ähnliche angenehme Geruch, welcher auch dem Mycelkörper des Pilzes eigenthümlich ist, scheint dafür zu sprechen, dass Fries gegenüber den deutschen Schriftstellern, welche den „Hallimasch“ als eine vortreffliche und zur Nahrung allgemein verwendete Art bezeichnen, im Unrechte ist, wenn er behauptet, dass dieser Pilz giftig, zäh und von unangenehmen Geruche sei. Es lag zu sehr ausserhalb der Aufgabe, die ich mir gestellt, Untersuchungen auch über diese Frage anzustellen.

Die Lebensweise des *Agaricus melleus*.

Der Pilz, dessen Mycelium und Fruchträger wir kennen gelernt haben, dürfte unter den grösseren Arten wohl der verbreitetste und häufigste sein.

Im Herbste und Vorwinter sieht man die meist haufenweise auftretenden honigfarbenen Fruchträger in Laub- und Nadelholzwaldungen an dem Wurzelstocke abgestorbener und an Stöcken abgehauener Bäume hervorkommen. Aus dem Boden kommen dieselben hier und da zum Vorschein und kann dann immer bei sorgfältigem Ausgraben ihr Zusammenhang mit einem Rhizomorphenstrange nachgewiesen werden, der einer Wurzel oder einem benachbarten Wurzelstocke anhaftet.

Die Rhizomorphen sind sehr häufig auch ausserhalb des Waldes anzutreffen, an altem feuchtem Holzwerke, dann aber, wie bereits zu Anfang der Abhandlung erwähnt wurde, mit dem Holze aus dem Walde verschleppt.

Der Pilz ist im Stande, sich von bereits todttem Holze zu ernähren, ist mithin unter Umständen Saprophyt, wird nur für die früher genannten Nadelhölzer ächter Parasit.

Als Saprophyt befördert das Mycelium die Zersetzung des Holzes, indem die Rhizomorphen zahlreiche Fäden durch die Markstrahlen in das Innere des Holzes senden, welche im ganzen Holzkörper sich verbreitend, von der Substanz desselben sich ernähren. Hier und da kommen die Hyphen aus dem Holze büschelweise hervor und sind dann denjenigen Haarbüscheln ganz gleich gebildet, welche auf den Rhizomorphen äusserlich zum Vorschein kommen vor Entstehung von Seitenästen oder Fruchträgern. Da an solchen abgestorbenen Hölzern mancherlei andere Pilze gleichzeitig vegetiren, so hat man mehrfach die Fruchträger der letzteren den Rhizomorphen zugeschrieben.

Besonders häufig fand ich den Pilz an Stöcken und Wurzeln der Rothbuche, Heimbuche, Eiche, Birke, Vogelbeere.

Bei all diesen Hölzern sprachen die Verhältnisse dafür, dass der Pilz einen völlig secundären Charakter trug.

Zweifelhaft bin ich nur bei Kirsche und Pflaume geworden, nachdem ich mehrfach in Plantagen und an Wegen beobachtet habe, dass ein todter Baum, der am Wurzelstock üppige Rhizomorphenentwicklung und im Herbst reiche Fructification von *Agaricus melleus* zeigte, das Absterben der Nachbarbäume im Laufe der nächsten Jahre zur Folge hatte, die dann gleichfalls Rhizomorphen an dem Wurzelstocke zeigte, wie Taf. I. Fig. 26 darstellt. In einer Reihe junger kräftig-wachsender Kirsch- und Pflaumenbäume war jährlich ein Baum nach dem anderen ohne Ueberschlagung eines Exemplars ausgegangen.

Im Herbst 1872 bewies ein mitten zwischen dem im selben Jahre gestorbenen Baume und dem noch gesunden ca. 3 M. davon stehenden Nachbarbaume aus dem Boden hervorgekommener Fruchträger des *Agaricus melleus*, dass die Rhizom. subterranea in ihrer Wanderung bereits dem zur Zeit noch scheinbar völlig gesunden Baume ziemlich nahe gekommen war und in der That starb Mitte Sommer 1873 der nächste Baum ab.

Sprechen also zur Zeit die Beobachtungen dafür, dass unter den Laubhölzern nur *Prunus*arten von dem Pilze getödtet werden können, während an anderen Laubhölzern der Pilz lediglich die Rolle der Saprophyten übernimmt, so hat sich mir doch noch zu wenig Gelegenheit geboten, die Wirksamkeit des Pilzes an den Laubhölzern gründlich zu untersuchen und beschränke ich mich darauf, die an den früher schon genannten Nadelhölzern auftretende Krankheit der Harzüberfülle zu beschreiben.

Dieselbe zeigt sich etwa von 5 jährigem Alter an, tödtet in Kiefernbeständen noch alte haubare Stämme, Weymouthskiefern und Fichten bis zu 40 jährigem, Tannen, Lärchen, Schwarzkiefern, Krummholzkiefern und Seestrandskiefern bis zu 20 jährigem Alter.

Es hat mir bisher Gelegenheit gefehlt, zu constatiren, ob die Krankheit bei sämmtlichen Nadelhölzern wie bei der Kiefer auch in höherem Alter, als dem genannten auftritt.

Die Krankheit beginnt, während die Pflanze in allen Theilen völlig gesund und normal erscheint, mit dem Absterben meist einer Seitenwurzel.

Der Punkt, von dem aus das Absterben dieser ausgeht, liegt entweder näher der Spitze oder dem Wurzelstocke.

Sehr oft fand ich derartige local erkrankte Pflanzen, die noch nicht das geringste Kränkeln in der Benadelung zeigten und nur deshalb ausgerodet und

untersucht wurden, weil sie in der Nähe einer im Jahre vorher getödteten Pflanze standen. In Fichtenbüschel, in denen eine oder mehrere Pflanzen bereits der Krankheit unterlegen sind, wird man die eine oder andere der noch lebenden Pflanzen in dem Zustande finden, dass eine oder einige Wurzeln schon getödtet sind, während die übrigen sich noch völlig gesund zeigen. Meist hat hier die Krankheit von der Stelle ihren Ausgangspunkt genommen, welche mit der schon abgestorbenen Pflanze in unmittelbarer Berührung steht, also in der Regel dem Wurzelknoten. Von diesem aus kann sich die Krankheit sehr schnell auf alle Wurzeln übertragen, während bei Einzelpflanzen die Krankheit in der Regel nicht am Wurzelstock sondern davon entfernt an einer Seitenwurzel beginnt und nicht eher einen schlimmen Charakter annimmt, als die befallene Seitenwurzel bis zum Wurzelstock getödtet ist und von letzterem aus auch die übrigen Wurzeln ergriffen werden.

Das Absterben der Wurzeln wird herbeigeführt durch die *Rhizomorpha fragilis*, welche sich in die Wurzel einbohrt (Taf. I. Fig. 2), im gesunden, lebenden Baste als *Rh. subcorticalis* nach allen Richtungen sich ausbreitet und somit von der Angriffsstelle immer mehr dem Wurzelstock sich nähert, bis dieser erreicht ist.

Am Wurzelstock breitet sich die *Rhiz.* allseitig aus, bis sie denselben vollständig umklammert hat und nun auch zu den übrigen Wurzeln des Baumes gelangen kann. Taf. II. Fig. 2 zeigt den entrindeten Wurzelstock einer noch lebend, mit grünbenadelter Krone gefällten 100 jährigen Kiefer, etwa 8 Tage nach der Fällung. Die Seitenwurzel a war von *Rhizom.* jedenfalls schon seit langer Zeit befallen, da bei der Blosslegung dieser Wurzel auf eine Erstreckung von 3 M. sich zeigte, dass deren Holz gegen die Spitze hin schon völlig mürbe war. Der Pilz war im lebenden Bastkörper fortwachsend bei d. d. über die Schnittfläche des Stockes hervorgetreten, während bei b, wo durch die Fällung die Rinde vom Holze sich etwas losgelöst hatte und in Folge dessen gebräunt erschien, die Entwicklung beeinträchtigt war. Hier entsprangen dem Rande der üppig wuchernden *Rhizom. subcorticalis* nur einzelne dünne Stränge (Taf. I. Fig. 4 a.) die zwischen dem abgestorbenen Bast und Holzkörper aufwärts wachsend ebenfalls ihre zarten Spitzen über den Stockrand hervorsehen liessen. Die gesunde Beschaffenheit des Bastes hatte also eine kräftigere Entwicklung des Pilzes zur Folge gehabt, als diese im kürzlich abgestorbenen Stammtheile eintrat. Alle übrigen Wurzeln und die Seite c des Baumes waren noch völlig gesund. Die im lebenden Baste vegetirende *Rhizomorphenspitze* veranlasst sofort eine Bräunung derjenigen Gewebe mit denen sie in Berührung tritt.

In erster Linie dürften die in der Gallertschicht der *Rhizomorphenspitze* liegenden Hyphen das Absterben der Zellen herbeiführen, da dieses schon da eintritt, wo die rechtwinklig dem Pilzkörper entsprossenden Fäden noch nicht über die Gallertschicht hervorgetreten sind. Letztere sind es alsdann, welche durch ihre Entwicklung die Entstehung von Harzlücken über dem Wurzelstock, das Ausfliessen des Terpentins an diesem veranlassen.

Vom Wurzelstocke aus erlangt die *Rhizomorpha* unmittelbaren Zutritt zu allen Wurzeln des Baumes, in denen sie sich nunmehr ebenfalls entwickelt. Wie schnell das Wachsthum des Pilzmyceliums stattfindet, ist schwer zu ermitteln.

Nach Schmits*) soll eine frei wachsende Rhizomorphenspitze täglich etwa 2 Mm. sich verlängern. Aeussere Verhältnisse, insbesondere die Temperatur werden aber ohne Zweifel bedeutenden Einfluss darauf auszuüben im Stande sein. Bei jüngeren ca. 10jährigen Pflanzen dauert die ganze Krankheit nicht länger als etwa ein Jahr.

Künstlich Mitte Juli 1872 am Wurzelstock inficirte etwa 6jährige Kiefern starben im Monat Mai 1873 ab unter allen Symptomen der Krankheit.

Vom Wurzelstocke aus wandert das Mycelium nicht nur in die bisher gesunden Wurzeln, sondern auch am Stamme aufwärts und zwar um so höher, je stärker der Baum ist. Meist wird der weiteren Entwicklung der Rhizomorpha durch den Eintritt des Todes und das Vertrocknen des Baumes eine Grenze gesetzt. Bei jungen Pflanzen sehen wir das Mycelium nur 1 dm. hoch emporsteigen, bei alten Kiefern oft über 2 M. hoch sich entwickeln.

Das Absterben sämtlicher Wurzeln hat selbstredend das Vertrocknen der Pflanze zur Folge. Während der Krankheit treten aber noch Erscheinungen an der Pflanze hervor, die sich aus der Entwicklung des einfach fädigen Myceliums im Holzkörper ableiten lassen. Abgesehen von einem aus der theilweisen Zerstörung der Wurzeln erklärbaren meistens deutlich bemerkbaren Kümern der Pflanze, bestehend in gelblicher Färbung der Nadeln, Kürze der Triebe u. s. w. während des Krankheitsjahres zeigen der Wurzelstock und die Wurzeln, soweit dieselben von Rhizomorpha schon befallen sind einen starken Ausfluss von Terpentinen, der durch Oxydation sich zu Harz umwandelt und die nächsten Erdschichten in der Umgebung der Wurzeln verkittet (Taf. II. Fig. 1).

Soweit der Bast und das Cambium bereits von Rh. getödtet ist, findet selbstredend keine Jahrringsbildung mehr statt (Taf. I. Fig. 21). Oberhalb des Wurzelstockes dagegen bis zu einer nach dem Alter der Pflanze verschiedenen Höhe, die bei ca. 6jährigen Kiefern von ca. 2 M. Höhe nicht über 0,5 M. hinausgeht, sieht man in dem sehr schmalen Jahresringe des Krankheitsjahres in den meisten Fällen eine grosse Anzahl von völlig abnorm gebildeten Harzlücken (Taf. I. Fig. 22 b.) Auch in der Rinde sind oft bedeutende, bei der Fichte selbst äusserlich als Beulen hervortretende mit Terpentinen erfüllte Lücken (Fig. 22 h.) zu erkennen.

In allen übrigen Theilen des Stammes und in den Zweigen ist der Jahresring zwar sehr schwach, aber ohne irgend auffällige Vermehrung der Harzkanäle.

Bei den oben schon erwähnten künstlich inficirten Kiefern war der letzte Jahresring völlig normal sowohl in Bezug auf die Breite als auch auf die Zahl der Harzkanäle, während am Wurzelstocke der charakteristische Harzausfluss sich zeigte soweit das Mycelium im Baste aufwärtsgestiegen war.

Ganz ähnliche Erscheinungen habe ich in vielen Fällen auch an Kiefern und Fichten beobachtet, welche ohne künstliche Infection durch Rhizomorpha getödtet waren.

Diese Fälle sind deshalb wichtig, als sie den Beweis geben, dass eine Ueberproduction von Terpentinen in vorher gebildeten Organen nicht die Ursache der Krankheit und des Harzflusses sein kann. Sie erklären sich einfach aus dem Umstande, dass dann, wenn die Pflanze vom Parasiten zu einer Zeit befallen wird,

*) Ueber den Bau, das Wachsthum und einige besondere Lebenserscheinungen der Rhizomorpha fragilis Linnaea 1843.

in welcher der Jahresring im Wesentlichen schon fertig ist, wie bei der im Juli inficirten Kiefer, keine Harzkanäle mehr entstehen können; es sei denn, dass der Tod noch nicht eingetreten ist, wenn die nächstjährige Jahrringsbildung beginnt.

Harzausfluss und überreiche Bildung von Harzlücken erklären sich, wie früher schon erwähnt, aus der Entwicklung des fädigen Myceliums von *Agaricus melleus* im Holzkörper der erkrankten Pflanze. Wie Taf. I. Fig. 14, 15 und 16 zeigen, dringen die Pilzfäden, welche den Randhyphen der Rhizomorpha entspringen durch die Markstrahlen in das Innere des Holzkörpers ein und gelangen auf diesem Wege in die Harzkanäle der Pflanze.

In diesen wachsen sie aufwärts und zwar schneller als äusserlich im Baste die Rhizom. emporwächst, so dass bei einer nur am untersten Theile des Wurzelstockes oder selbst nur an einer Seitenwurzel erkrankten Pflanze die Untersuchung der Harzkanäle des unteren Stammtheiles immer schon die Pilzfäden erkennen lässt.

Die Einwirkung dieser Hyphen auf die den Kanal umgebenden dünnwandigen und meist Stärkemehl führenden Organe (Taf. I. Fig. 23) ist aber eine so intensive, dass alsbald eine Bräunung und endlich eine völlige Zerstörung dieser Zellen eintritt, wie sie (Fig. 25) dargestellt ist. Da auch die Markstrahlzellen mit ihrem Stärkemehlgehalt, wie Fig. 25 zeigt, völlig zerstört werden, so muss der in den Harzkanälen enthaltene Terpentin seitlich ausfliessen. Ich glaube auch nicht zu irren, wenn ich annehme, dass das Product des vom Pilz zerstörten Gewebes und Zellinhaltes im Wesentlichen Terpentin ist, da die bedeutenden Mengen von ausfliessendem Terpentin sich aus dem im Innern vor der Krankheit schon vorhandenen Terpentinvorrathe kaum würde erklären lassen.

Das aus den zerstörten Harzkanälen theils durch die ebenfalls zerstörten Markstrahlen, theils durch die in letzteren verlaufenden Harzkanäle seitlich ausfliessende Terpentin wird da, wo an den Wurzeln und am Wurzelstocke die Rinde durch Rhizom. schon getödtet ist, sich frei zwischen Holz und Rinde ergiessen und hier die nach dem Absterben des Myceliums oder durch das Zusammenschrumpfen der Rinde entstehenden Hohlräume ausfüllen oder sich frei in den Boden ergiessen, wenn durch das Absterben und Vertrocknen der Rinde Risse in derselben entstanden sind.

Oberhalb des Wurzelstockes aber, wo Bast und Cambium noch gesund sind, ergiesst sich der Terpentin aus den inneren zerstörten Kanälen des Holzes durch die Markstrahlharzkanäle seitlich theils in die Rinde und erzeugt daselbst die grossen Terpentinneulen (Taf. I. Fig. 22 h.), theils strömt es dem Cambium zu, während dasselbe im Wachsthum begriffen ist. Der bedeutende Zufluss von Terpentin ruft im Cambium zahlreiche völlig abnorm gebildete Terpentinkanäle hervor, bestehend aus grösseren von unregelmässigen dünnwandigen Zellen umstellten Kanalgruppen, wie sie Taf. I. Fig. 24 zeigt. Diese werden auch sehr bald nach ihrer Entstehung durch die aus dem Inneren hervorkommenden Mycelfäden zerstört, so dass sie nicht nur durch ihre Grösse, sondern auch durch die braune Färbung des umgebenden Gewebes sehr in die Augen fallen. Wie schon Th. Hartig beobachtet hat, verschmelzen die Reihen der Harzgänge zuweilen und bilden gemeinschaftliche Lücken bis zur Grösse einer Bohne, die dann mit Harzsaft dicht erfüllt sind.

Schon aus diesem Umstande liesse sich der Schluss ziehen, dass ein Zuströmen des Terpentins von innen zum Cambium die Ursache der überreich sich bildenden Harzlücken ist.

Nachdem ich nachgewiesen habe, wie aus der Entwicklung des fädigen Myceliums im Innern des Baumes der Harzausfluss im untersten Stammtheile und den Wurzeln, das reiche Auftreten von Terpentinelücken in Rinde und im Jahresringe des Krankheitsjahres sich ableiten lässt, bedarf es nur noch einiger Bemerkungen über den Verlauf der Krankheit.

Beginnt die Krankheit am oder nahe beim Wurzelstock, so dass in kurzer Zeit das Mycelium sich über alle Wurzeln des Baumes auszubreiten vermag, dann hat die Krankheit einen sehr schnellen Verlauf. Ohne dass ein vorheriges Kümmeren, Kürzerwerden der Triebe, Verbleichen der Nadeln eintritt, sterben die Pflanzen plötzlich ab durch Vertrocknen, nachdem die Zerstörung des grösseren Theiles der Wurzeln die Nahrungsaufnahme wesentlich unterbrochen hat. Oft lassen die im kräftigsten Treiben begriffenen Pflanzen plötzlich die jungen Triebe schlaff herabhängen und sind schnell vertrocknet.

In anderen Fällen nimmt die Krankheit einen langsameren Verlauf und zwar dann, wenn eine Seitenwurzel etwas entfernt vom Wurzelstock erkrankt. Es vergeht ein längerer Zeitraum darüber, ehe das Mycelium den Wurzelstock erreicht hat und ehe sodann die übrigen Wurzeln soweit getödtet werden, dass sie das Vertrocknen der Pflanze nach sich ziehen. Es tritt während dieser Krankheitszeit in Folge der allmählig zunehmenden Wurzelzerstörung ein Verbleichen der Nadeln ein, die Verminderung der Nahrungszufuhr hat zur Folge, dass die sich bildenden neuen Längstriebe und der Jahresring nur schwach sich ausbilden. Sehr oft wird man Pflanzen finden, die durch ihre grüne, wenn auch kümmernde Benadelung als lebend sich zu erkennen geben, deren Wurzelstock gänzlich verharzt ist, an der die meisten oder alle Wurzeln schon getödtet sind. Im Frühjahr und Sommer findet nach dem Tode der Wurzeln das Vertrocknen sehr schnell statt, besonders während des Treibens, im Herbst bei anhaltend feuchter Luft können junge Bäumchen noch wochenlang sich ziemlich frisch und grün erhalten, nachdem die Wurzeln schon völlig abgestorben sind.

Die cylindrischen dunklen Mycelstränge der *Rh. subterranea* finden sich stets mehr oder weniger zahlreich an den abgestorbenen Wurzeln haftend oder von der verkitteten Erdmasse umhüllt. Ihre Bedeutung für die Krankheit wird nachträglich noch besprochen werden.

An den im Laufe des Sommers abgestorbenen Bäumen beginnt Anfang October die Entwicklung der Fruchträger wie sie zuvor eingehend beschrieben worden ist. Gegen Ende October findet etwa die Entfaltung des Hutes statt. Ende November finden sich noch viele Fruchträger, wenn auch schon dunkel gefärbt. Ueberreste der Fruchträger sind oft noch im nächsten Frühjahr am Wurzelstocke der todten Bäume zu erkennen.

An alten Kiefern mit dicker Borke und an Weymouthskiefern fand ich die Fruchträger nur zwischen Holz und Rinde der abgehauenen Stöcke zum Vorschein kommen (Taf. II. Fig. 3). Die Rinde platzt hier zu schwer, um am stehenden Stamme Fruchträger hervorkommen zu lassen. Die Fruchträger stehen hier meist an der Spitze strangförmiger Rhizomorphen, und erscheinen einzeln oder gruppenweise in einiger Entfernung vom Baume aus dem Boden hervorsprossend.

An Stellen, wo vor einem oder mehreren Jahren eine durch den Pilz getödtete alte Kiefer gefällt worden ist, zeigen sich im Herbste Tausende von Fruchträgern theils den flachstreichenden Wurzeln unmittelbar aufsitzend, theils den rundlichen Rhizomorphensträngen entspringend. Das Mycelium ernährt sich noch eine Reihe von Jahren als Saprophyt von der getödteten Pflanze, so dass man die Fruchträger an Orten, an denen bereits seit einer Reihe von Jahren die Krankheit um sich gegriffen hat, auch an den schon seit 5 und mehr Jahren getödteten Stämmchen antrifft.

Bei wenigen Pflanzenkrankheiten tritt der ansteckende Charakter so unzweifelhaft hervor, als bei der durch den *Agaricus melleus* veranlassten.

Bei dichtem Stande der Pflanzen, wie wir solchen in jungen Nadelholzbeständen in der Regel antreffen, sterben in der Nähe einer durch den Pilz getödteten Pflanze im Laufe der Jahre immer mehr Pflanzen ab, so dass in den frohwüchsigsten völlig geschlossenen Schonungen allmählig grosse Blössen, oder Horste abgestorbener Pflanzen sich bilden, in denen die der Peripherie zunächst stehenden zuletzt, die in der Mitte stehenden Pflanzen zuerst getödtet worden sind.

Diese Wahrnehmung hat die Praktiker veranlasst, der Krankheit den Namen „Erdkrebs“ zu geben, um darin das krebsartige Umsichgreifen des Uebels auszudrücken. Bei reihenweiser Stellung der Pflanzen findet das Absterben von dem Ausgangspunkte aus nach beiden Seiten hin statt, so dass mit ziemlicher Sicherheit der demnächst erfolgende Tod der Pflanzen vorher bestimmt werden kann, ehe noch das geringste Symptom der Krankheit sich erkennen lässt. Bei weniger dichtem Stande der Pflanzen lässt sich im Laufe der Jahre das Fortschreiten der Krankheit wohl auch erkennen, doch bleiben manche Pflanzen verschont und findet mehr eine Lichtung des Bestandes statt.

Es kann desshalb wohl kein im Boden allmählig von einem Punkte aus sich verbreitendes Pflanzengift sein, das doch gleichmässig aufräumen würde.

Sehr beachtenswerth ist ferner die Thatsache, dass ein von dem Pilze getödteter Baum ebenso leicht die in der Nähe stehenden Bäume anderer Nadelholzarten inficirt, als Individuen derselben Art.

In gemischten Waldungen erkrankten Weymouthskiefern in der Nähe getödteter Fichten, Lärchen, gemeiner Kiefern; Fichten in der Nähe getödteter Kiefern, Lärchen werden durch Kiefern oder Fichten inficirt u. s. w. Diese Uebertragung der so charakteristischen Krankheit von einer Holzart auf die andere würde sich weder aus klimatischen Einflüssen noch aus dem Boden erklären lassen, ist dagegen völlig erklärbar aus der Thatsache, dass der die Krankheit erzeugende ächte Parasit keinen Unterschied unter den genannten Nadelholzarten macht.

Entscheidend für den Charakter des Pilzes dürfte, wenn überhaupt die geschilderte Lebensweise noch Zweifel aufkommen lässt, der Umstand sein, dass von vier etwa 8 jährigen Kiefern, welche ich am 13. Juli 1872 in der Weise inficirte, dass ich an den von Erde befreiten Wurzelstock und an eine frei gelegte aber völlig unverletzte Seitenwurzel Rindestücke mit *Rhiz. subcorticalis* legte, im Monat Mai 1873 vor dem Austreiben der Knospen zwei starben und üppige Mycelentwicklung besonders in der Nähe der inficirten Stelle zeigten. An den beiden gesund gebliebenen Pflanzen war das zur Infection verwendete Mycelium völlig abgestorben.

Vermuthlich war bei diesen das Mycelium aus mir vorläufig unbekannten Gründen

schon bald nach dessen Verwendung verdorben, so dass dessen Wirksamkeit sehr bald erstarb.

Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, dass die Infection in der Natur vermittelt wird durch die von einer todten Pflanze nach allen Richtungen im Boden sich verbreitenden runden Stränge der *Rh. subterranea*. Man findet dieselben in einer Tiefe bis zu 1 dm. in horizontaler Richtung fortwachsend und kann sie bei grosser Vorsicht auf lange Strecken hin blosslegen. Ob das Eindringen der Rhizomorphen in die gesunden Wurzeln der Nachbarpflanzen durch irgend welche Verhältnisse, durch kleine Wundstellen und dergl. erst ermöglicht wird, oder ob die Rhizomorphenspitze an jeder Stelle der gesunden Wurzel einzudringen vermag, muss ich vorläufig noch unentschieden lassen. Es genügt die Thatsache, dass bei dichtem Stande der Pflanzen keine der Ansteckung und dem Tode entgeht.

Es darf nach dem, was ich über die Krankheit vorstehend mitgetheilt habe, mir nicht zugemuthet werden, alle diejenigen Einwände zu widerlegen, die man gegen die ausgesprochene Ansicht lediglich aus Vorurtheil erhoben hat und sicherlich erheben wird. Um jedoch eine ganze Reihe von möglichen Einwendungen von vornherein abzuschneiden, soll hier nur hervorgehoben werden, dass die klimatischen Verhältnisse gar keinen Einfluss auf das Auftreten der Krankheit haben erkennen lassen, dass das Absterben im Frühjahr, Sommer und Herbste, vielleicht auch im Winter eintritt, dass die Krankheit auf den besten und den schlechtesten Böden vorkommt, auf frischem und trockenem, schwerem und leichtem.

Nur eine Beobachtung will ich hervorheben, nämlich die vielfach von mir constatirte Thatsache, dass die Krankheit da besonders oft verheerend auftritt, wo nach dem Abtriebe von Laubholz Nadelholzculturen ausgeführt worden sind oder wo zwischen Nadelholz viel Laubholz eingesprengt ist. Es lässt sich diese Erscheinung wohl aus dem Umstande herleiten, dass an den im Boden zurückgebliebenen Wurzeln der Laubholzstöcke sich die Rhizomorphen reichlich zu entwickeln Gelegenheit haben und von diesen aus auf die Nadelhölzer übergehen. Doch soll damit durchaus nicht behauptet werden, dass die Rhizomorphen lediglich von Laubholzstöcken aus die Nadelhölzer befallen, da, wie vorher gesagt, das Mycelium eine Reihe von Jahren an allen Nadelholzstöcken und Wurzeln vegetirt, mithin Laubholzstöcke zur Verbreitung oder Entstehung der Krankheit nicht nothwendig sind.

Die Beschaffenheit der Pflanzen selbst giebt ebenfalls keinen Anhaltspunkt für die Annahme anderer Krankheitsursachen, als des Eindringens des Parasiten. Ohne Unterschied erliegen der Krankheit sehr schönwüchsige und geringwüchsige Bäume, dominirende und unterdrückte Pflanzen. Das Vorjahr hat gar keinen Einfluss, die Krankheit tritt in einem Jahre ziemlich in derselben Weise auf wie in anderen Jahren.

Ich glaube nicht, dass es sich hier um eine Krankheit handelt, welche erst in der Neuzeit entstanden oder stärker aufgetreten ist als früher, vielmehr ist dieselbe überall verbreitet aber nicht beachtet oder auf andere Einflüsse geschoben. Schlechter Boden, Witterungseinflüsse, vor allem Insecten wurden als die Ursache des Absterbens angesehen. Man nahm an, dass Engerlinge die Wurzeln abgefressen hatten, *Curculio notatus* in der Pflanze sich angesiedelt habe; die nach dem Erkranken älterer Kiefern in der Regel bald zu beobachtende Wirksamkeit von *Hylesinus piniperda* u. dgl. in der Rinde wurde als Todesursache angesehen, während

sie nur ein Beweis des eintretenden Todes ist. In vielen Fällen aber erkannte man auch, dass es sich um eine besondere Krankheit handle, die man nicht erklären konnte, ohne deshalb Veröffentlichungen in der Litteratur darüber vorzunehmen. Ich selbst habe die Krankheit seit 15 Jahren in ganz Deutschland in grösster Verbreitung beobachtet.

Als Belag dafür, dass schon vor der ersten Veröffentlichung die Krankheit in der Praxis bekannt war, theile ich eine kurze Notiz aus meinem Reisetagebuche vom Jahre 1859 mit: „Im Reviere Oberkochen (Schwäbische Alb) zeigte sich eine unerklärliche Krankheit der Fichte im grössten Umfange. Sowohl in den reinen Fichtenculturen als auch in den mit Fichten nachgebesserten Buchenverjüngungen stirbt alljährlich eine grosse Menge von Fichten einzeln und horstweise ab.

Im ersten Jahre werden sie gelb, im zweiten verlieren sie die Nadeln und werden trocken. Es werden in Folge davon die geschlossensten Fichtenculturen allmählig lückig und blössig. Untersucht man die Pflanzen, so findet man nicht die geringste Verletzung am Wurzelknoten oder an den Wurzeln. Auffallend ist nur die grosse Menge von Harzbeulen, die sich am unteren Theile des Stammes, sowie besonders am Wurzelknoten befinden, welcher letztere zuweilen ganz aufgedunsen war. Irgend ein Grund für die Krankheit im Boden u. s. w. ist nicht bekannt.“

Nach einer mir von dem verstorbenen Geheimrath Ratzeburg mitgetheilten Notiz ist bereits im Jahre 1847 in der Oberförsterei Neunkirchen im Regierungs-Bezirk Trier die Krankheit in den dortigen Kiefernbeständen seit längerer Zeit bekannt gewesen und wurden „eingesprenzte Fichten von demselben Uebel erreicht und getödtet.“

Von meinen Zuhörern erhalte ich zahlreiche Mittheilungen über das Auftreten der Krankheit. Der jetzige Oberförstercandidat Fr. Boden sandte mir im Jahre 1868 aus Mollenfelde bei Göttingen Exemplare von *Pinus sylvestris*, *strobis*, *pinaster*. *Abies excelsa* und *pectinata*, *Larix europaea*, welche sämmtlich durch die Krankheit getödtet waren mit der Mittheilung, dass sich „der Pilz in allen Standorten, an den Hängen und Klippen, wie an den tiefgründigen, äusserst fruchtbaren Partien des Keupers, Buntsandsteins und des Muschelkalkes in gleichem Maasse zeige. Ebenso scheine die Anzucht des Bestandes durch Saat oder durch Pflanzung und das Alter bis zum 20. Jahre ohne Bedeutung zu sein.“ Der Oberförstercandidat Schwieger theilt mir aus Morbach mit, dass die betreff. Krankheit in der dortigen Oberförsterei in Fichtenculturen besonders bei 5—6 jährigem Alter sehr verbreitet sei.

Endlich theile ich noch mit, was der Forstmeister Schimmelpfennig zu Osnabrück im Mai 1870 über das Auftreten der Krankheit in einem 10 jährigen Weymouthskieferbestande des Forstreviers Iburg, Forstort Thorensundern schreibt:

„Die Fläche ist bis vor 40 Jahren stark geplaggt worden, wie leider so viele unserer hiesigen Forstorte, dann mit Fichten streifenweise besät, welche in einem Alter von 25—30 Jahren, wegen fortwährenden Kümmerns 1859/60 schon zum Abtriebe kamen. Hierauf erfolgte 1860 und später eine Bepflanzung mit Weymouthskiefern, theils rein, theils gemischt mit der Kiefer. Seit 7 Jahren kranken die Weymouthskiefern und da sich in den Stämmen kleine Borkenkäfer fanden, so wurden Letztere bisher als die Kultur-Verderber genannt, bis ich mir bei der

Kulturbereisung den Bestand gründlich besah und nun bald das Hauptübel entdeckte. 20 % des Bestandes sind schon getödtet und ich habe wenig Aussicht, dass der Rest erhalten bleibt, obwohl die kranken Stämme sofort herausgenommen und verbrannt werden etc. etc.

Es mögen die vorstehenden Mittheilungen genügen, um den Beweis zu liefern, dass in praxi die Krankheit sehr wohl bekannt ist und lange bekannt war, ehe in der Litteratur darüber Mittheilungen veröffentlicht wurden.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass als Gegenmassregel gegen das Umsichgreifen der Krankheit das Ausreissen oder Ausroden der getödteten Pflanzen zu empfehlen ist.

In der Praxis ist vielfach, indem man den ansteckenden Charakter der Krankheit erkannte, mit Sorgfalt der Aushieb der todten Pflanzen ausgeführt, selbstredend ohne irgend welchen Erfolg, da man denjenigen Baumtheil, an welchem der Parasit sich befindet und ernährt, im Boden belliess. Da die Rhizomorphen eine Reihe von Jahren an dem Wurzelstock der getödteten Pflanzen sich fortentwickeln, und die Stränge von diesem aus sich weiter verbreiten, so wird sofortiges Ausreissen resp. Ausroden der getödteten Stämmchen nicht nur die Nahrungsquellen der Parasiten sondern auch diesen selbst zum grössten Theile entfernen. Schwierig und fast unausführbar wird die Vertilgung der Rhizomorphen nur da, wo zahlreiche abgestorbene Wurzeln und Wurzelstöcke von Laubhölzern den Rhizomorphen reiche Gelegenheit zur Entwicklung darbieten, wenn diese einmal schon vorhanden sind.

Der Ausspruch eines Praktikers*), dass die Pilztheorie so unendlich trostlos sei, weil wir ja nichts gegen die Pilze thun könnten, ist unrichtig, weil bei voller Erkenntniss der Krankheitsursachen sich in den meisten Fällen auch Gegenmassregeln werden finden lassen. Liessen sich aber auch solche nicht auffinden, so läge darin noch keine Berechtigung, die Erklärung aus der Wirksamkeit der Pilze für unrichtig zu halten oder sich überhaupt gegen die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung abzuschliessen**).

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I. Das Mycelium von *Agaricus (Armillaria) melleus*.

Fig. 1. Reich verästelte Stränge von *Rhizomorpha fragilis* zwischen den Borkeschuppen einer alten Kiefer.

Fig. 2. Wurzel einer durch *Agaricus melleus* getödteten Kiefer. Ein Strang der *Rhizomorpha fragilis* var. *subterranea* umklammert mit seinen Aesten die Wurzel. Bei a bohren sich mehrere Aeste in die Rinde ein, in welcher sie als *Rhiz. fragilis* var. *subcorticalis* sich weiter entwickeln.

Fig. 3. Etwas plattgedrückter Strang der *Rhiz. fragilis subterranea*, welcher zwischen Holz und Bast einer alten Kiefer nach deren Tode emporgewachsen ist.

*) Reuss. Lärchenkrankheit.

**) Einige weitere Mittheilungen über *Agaricus melleus* folgen im Anhang.

Zahlreiche nahezu rechtwinklig abstehende Aeste behalten auf der rechten Seite bis zu ihrem abgerundeten Ende schwarzbraune Rinde und gleichmässige Dicke, während auf der linken Seite die Seitenäste in eine äusserst feine Spitze auslaufen, fast rindenlos und deshalb weiss gefärbt sind und denjenigen Bau an der Spitze zeigen, welcher Fig. 6 bis 9 vergrössert dargestellt ist.

Fig. 4. Spitze einer *Rhiz. frag. subcorticalis*, im gesunden Baste einer lebenden alten Kiefer wachsend (ein Theil des Taf. II. Fig. 2 verkleinert dargestellten Exemplars). Vom Rande des in breiter Bandform entwickelten Pilzkörpers b, entspringen einzelne rundliche Pilzstränge a.

Fig. 5. Fächerförmig ausgebreitete *Rhiz. frag. subcorticalis* im Baste einer lebenden jungen Kiefer entwickelt. Der Rand ist reich gebuchtet (b) durch einzelne runde Stränge (a) steht diese Form in unzweifelhafter Verbindung mit der im Boden entwickelten *Rhiz. frag. subterranea*. Bei c entspringen dem Rande wurzelartig sich verästelnde Stränge, deren äusserste Spitzen den Fig. 6 bis 9 dargestellten Bau haben.

Fig. 6. Spitze eines äusserst feinen Rhizomorphenstranges (Fig. 5 c.), aus mehreren parallel laufenden Hyphen bestehend.

Fig. 7. Verzweigungsstelle eines fadenförmigen Rhizomorphenstranges. Die Hyphen mit Schnallenzellen.

Fig. 8. Uebergang des strangförmigen Myceliums von *Agaricus melleus* zu einfach fädigem Mycelium. Die Hyphen oft mit gekörnelter Oberfläche.

Fig. 9. Schwach vergrösserte Spitze eines Rhizomorphenastes der Fig. 5 c. Die Hyphen werden durch eine farblose Gallerte zusammengehalten.

Fig. 10. Junge Spitze einer *Rhizomorpha fragilis*. Die parallel laufenden Hyphen sind in der Vegetationsspitze (a) äusserst zart, klein und gleichmässig. Unterhalb derselben vergrössern sich die Zellen der inneren Hyphen (b), während die äusseren Hyphen c nur wenig an Grösse zunehmen. Die Spitze ist von einer Gallerthülle (d) umgeben, in der reich verästelte Hyphen eingebettet liegen. Dieselben entstehen an der äussersten Spitze als Auszweigungen der parallelen Randhyphen. Unterhalb der Spitze entspringen dem Strange rechtwinklig abstehende etwas dünnere Fäden (e), die über die Grenzen der Gallertschicht hinauswachsen und sich mehrfach verästelnd.

Fig. 11. Ein Theil der Fig. 10^x stärker vergrössert. Die dünnwandig bleibenden Hyphen der künftigen Innenrinde (c) (Fig. 19 b.) sind umgeben von den später sehr verdickte Wandungen zeigenden Hyphen der Aussenrinde (d) (Fig. 19 a.) In der Gallerthülle liegen regellos verlaufende vielfach sich verästelnde Hyphen (e), während von den Randhyphen (d) rechtwinklig abstehende Zellfäden (h) entspringen.

Fig. 12. Gallerte mit Hyphen, über der Vegetationsspitze (Fig. 10 d) entnommen. Zuweilen finden sich darin eigenthümliche blasige Anschwellungen verschiedener Gestalt.

Fig. 13. Die anfänglich in Gallerte gebetteten Hyphen (Fig. 11 e) zeigen häufig 1 Zm. unter der Spitze (Fig. 4 x.) veränderte Zellwandung. Durch fortgesetzte Streckung der Fäden nach Beendigung der Zellwandbildung findet ein Zerreißen der letzteren statt, deren Bruchstücke durch den Innenschlauch zusammengehalten werden.

Fig. 14. Radialschnitt aus dem Holze einer erkrankten aber noch lebenden

Kiefer, einer Stelle entnommen, an welcher erst seit einigen Tagen die Rhizomorpha frag. subcorticalis in den lebenden Bast sich eingeschoben hat. Links ein Theil der Rhizomorpha, rechts der Holzkörper. Die centralen Hyphen des Pilzkörpers (Fig. 10 b.) haben sich bedeutend vergrössert. Die einzelnen Hyphenzellen (Fig. 14 b.) haben zarte nur spärlich septirte, mehrfach sich verästelnde Fäden (g) getrieben, die der Längsachse des Stranges parallel wachsen, die Zellen auseinanderdrängen und endlich das sogenannte Mark der Rhizomorpha bilden, in welchem die Mutterzellen der Fäden nur schwierig aufzufinden sind (Fig. 17 b.). Die Zellen der Innenrinde (c) treiben keine Fäden, die Hyphen der Aussenrinde (f) entsenden rechtwinklig abstehende Fäden (h), welche fast allein durch die mit einem Innenschlauch versehenen, Stärkemehlführenden Markstrahlzellen ins Holz eindringen. Nur selten wachsen einzelne Fäden in die Holzfasern hinein. Die Gallerte und deren Hyphen haben bei der ersten Berührung den Bast und Cambiumkörper getödtet, welcher in Folge dessen zusammengeschrumpft und durchwachsen von den Gallerthyphen mit diesen eine bräunliche unförmliche Schicht (i) bildet.

Fig. 15. Radialschnitt durch eine von Rhiz. subcorticalis getödtete Kiefernwurzel. Die abgestorbene, gebräunte Rinde (b) wird durch den wellig gebogenen Pilzkörper von dem inneren Theile des Bastkörpers (i) und dem Holzkörper getrennt. Die Rhizomorpha zeigt den weissen ausgebildeten Markkörper (g) und gebräunte Rinde (c. c.) Von den äussersten Hyphen der letzteren entspringen zahlreiche Fäden (h. h.) welche durch den zusammengeschrumpften Bast- und Cambialkörper (i) hindurchwachsend zwischen diesem und dem Holzkörper eine dünne Zone (k) regellos verworrener Mycelfäden bilden, die fast nur durch die Markstrahlen in das Innere des Holzes eindringen.

Fig. 16. Hirnschnitt durch dasselbe Object stärker vergrössert. Die Markhyphen der Rhizomorpha (g. g.) sind rechtwinklig durchschnitten, die Innenrinde (c) bildet ein dünnwandiges Pseudoparenchym (Fig. 17 c.). Die Aussenrinde (ff.) besteht aus nicht gebräunten dünneren, von einer Gallertschicht umhüllten Hyphen, deren rechtwinklig sich abzweigende Fäden (h. h.) einzeln oder zu mehreren ebenfalls von Gallerte umgeben sind. Der zusammengeschrumpfte Bast und Cambiumkörper (i. i.) wird von denselben durchwachsen. Bei (k) suchen sie gewissermassen die Mündungen der Markstrahlen, um in diese einzudringen.

Fig. 17. Längsschnitt durch die Rinde und einen Theil des Markes von Rhizom. frag. subterranea. Das Pseudoparenchym der Rinde (c) zeigt nach Aussen eine Aussenrinde (f) von engeren und dickwandigeren Zellreihen. Gallertschicht und rechtwinklig abstehende Fäden fehlen. Das Mark besteht aus den wenig septirten und verzweigten dünnen Hyphen (g), welche den Zellen (b) entspringen. Wo an einer Rhizomorpha ein Seitenzweig oder Fruchträger entsteht, da entspringen den innersten Rindezellen zahlreiche Hyphen, die sich durch grössere Dicke, häufigere Septirung und Verästelung, sowie durch deutliche doppelte Contouren der Zellwände von den Markhyphen unterscheiden. Sie bilden ein Scheinparenchym (m. m.), welches die Rinde durchbricht und als junger Fruchträger oder Seitenast hervorwächst (Taf. II. Fig. 7, 14 m.)

Fig. 18. Querschnitt durch die Rinde einer Rhiz. fr. subterranea. Die Aussenrinde (a) besteht aus engräumigen Hyphen mit verdickten Wandungen, die Innen-

rinde (b) aus weiträumigen, dünnwandigen Hyphen. Bei (c) beginnt der Markkörper.

Fig. 19. Querschnitt durch eine etwas dickere Rinde eines Rhizomorphenstranges nach Behandlung mit Kalilauge, wodurch die Abgrenzung der einzelnen Zellen deutlich hervortritt.

Fig. 20. Querschnitt durch den Wurzelstock einer vierjährigen Kiefer. Der letzte Jahrring ist nicht völlig ausgebildet aber ohne zahlreichere Harzkanäle. Unter der Rinde zeigen sich schmale, weisse Bänder der Rhiz. subcorticalis.

Fig. 21. Querschnitt des Wurzelstockes einer von *Agaricus melleus* getödteten jungen Kiefer. Der Jahrring des letzten Krankheitsjahres fehlt hier ganz, der Ring des Vorjahres (a) ist ganz normal. Zwischen Holz und Rinde so wie in Rindespalten hat sich reichliches Harz (h) ergossen, während bei (r. r.) durchschnittenen Rhizomorphenbänder zu erkennen sind.

Fig. 22. Querschnitt aus derselben Kiefer, 3 decim. über dem Boden entnommen. In der Rinde zeigen sich grosse Harzlücken (h.) Zwischen Holz und Rinde ist keine Rhizormorphe zu sehen. Der im Krankheitsjahre gebildete Jahrring (b. b.) ist sehr schmal und durch zahlreiche sehr grosse Harzlücken ausgezeichnet. In den Harzkanälen besonders der inneren Jahrringe zahlreiches fädiges Mycelium und wenig Harz.

Fig. 23. Normaler, gesunder Harzkanal der Kiefer. Der Harzgang (k) ist mit Harz erfüllt, von den Auskleidungszellen (a) umschlossen, die von dünnwandigen, stärkemehlführenden Zellen b umgeben sind.

Fig. 24. Harzkanalgruppe aus dem Jahrringe des Krankheitsjahres. Die harzleeren Lücken (k. k.) sind von abgestorbenen, collabirten Zellen umgeben. Das fädige Mycelium des *Agaricus melleus* ist in den Lücken zu erkennen.

Fig. 25. Völlig zerstörter Harzkanal (k). Das dünnwandige Gewebe in dessen Umgebung (b) ist verschwunden. Einige Mycelüberreste sind noch zu erkennen. Der anstossende Markstrahl ist ebenfalls völlig zerstört.

Fig. 26. Querschnitt aus dem unteren Stammende eines getödteten Kirschbaumes mit *Rhizomorpha frag. subcorticalis*. Der Holzkörper (a) ist vom Bastkörper (b) durch eine dicke bräunliche Gallertschicht (c) getrennt, in welcher nach verschiedenen Richtungen bandförmige Stränge der *Rhizomorpha* (d. d.) eingelagert sind. Von der Rinde letzterer entspringen zahlreiche rechtwinklig abstehende Fäden. Die Gallerte ist in derselben Weise wie in Fig. 11 und 12 von verästelten Hyphen durchzogen.

Tafel II. Die Fructificationsorgane des *Agaricus (Armillaria) melleus*.

Fig. 1. Eine 8jährige durch *Agaricus melleus* getödtete Kiefer. Die Mycelstränge der *Rhizomorpha fr. subterranea*, welche den Wurzeln anhaften und aus ihnen entspringen, sind theils steril (a. a.) theils fructificirend (b. c.) Bei (b) haben sich zahlreiche Fruchträger längs der beiden Gabelstränge entwickelt, von denen aber nur wenige zur Perfection gelangt sind. Bei (c) hat sich ein Strang mehrfach verästelt und trägt an der Spitze zweier Aeste je einen Fruchträger, während die übrigen Aeste nur verkümmerte Fruchträger zeigen. Die unter der Rinde des Wurzelstockes vegetirende *Rhiz. frag. subcorticalis* hat aus Borkerissen zahl-

reiche Fruchträger hervorgesandt (d). Die Rinde in der Umgebung der Hauptwurzel und des Wurzelstockes ist durch ausgeströmtes Harz verkittet.

Fig. 2. Wurzelstock einer lebenden 100jährigen Kiefer wenige Tage nach der Fällung, ohne Rinde dargestellt. Die Seitenwurzel (a) zeigt üppige Entwicklung der Rhiz. subcort., welche sich am Wurzelstock fächerförmig ausbreitet und im lebenden Baste fortwächst (c), dagegen bei (b), wo sich bei der Fällung die Rinde etwas abgelöst hatte und diese in Folge dessen abgestorben war zur rundlichen Strangform übergeht. Ein Theil hiervon ist (Taf. I. 4) in natürlicher Grösse dargestellt. Wo das Mycelium im gesunden Bastkörper fortwachsend die Schnittfläche des Stockes erreicht hat, ist dasselbe über diese in Gestalt breiter Lappen frei empor gewachsen (d. d.). Die Pfahlwurzel und übrigen Seitenwurzeln, sowie die Seite (e) des Stammes ist noch völlig gesund.

Fig. 3. Stock einer im Juli getödteten, Anfang August gefällten Kiefer im October desselben Jahres mit reicher Fructification von *Agaricus mellens*. Die Fruchträger erscheinen theils (a) zwischen Rinde und Holz am Rande der Schnittfläche, theils (b) am Rande von Wundflächen der Wurzeln, theils (c) in grösserer Entfernung vom Stamme an der Spitze von Strängen der Rhiz. subterranea.

Fig. 4. Junge Kiefer, an deren Wurzelstock jugendliche Fruchträger des *Agaricus melleus* hervorbrechen (8. October). Die Fruchträger erscheinen theils büschelweise aus Rinderissen an dem Rande der Rhizom. subcorticalis (a. a.) theils einzeln oder paarweise an der Spitze hervorgewachsener Rhizomorphenstränge (b. b.)

Fig. 5. Weitere Entwicklungsstufe der Fruchträger von *Agaricus melleus* an einer jungen Kiefer, deren Rinde zum Theil künstlich abgelöst ist, um die Rhizom. subcorticalis (a) und deren obere Grenze bei d zuzeigen. Einzelne Stränge der Rhizom. subterranea (b) entspringen dem Rande der Rhiz. subcorticalis. Die Fruchträger (c) zeigen bereits deutlich die noch knopfförmigen rostfärbigen Hüte.

Fig. 6. Jugendlichste Zustände der Fruchträger von Rhizom. subterranea, die bei a und b einzelständig, bei c gepaart oder büschelförmig sind.

Fig. 7. Jugendlicher Fruchträger (Fig. 6a.) vergrössert und durchschnitten. Die Rinde des Rhizomorphenstranges c ist nach aussen braun gefärbt, das Mark (g) ist weiss und besteht aus nahezu parallel laufenden Hyphen (Taf. I. Fig. 17). Auf der Oberfläche der Rinde finden sich hier und da Haarbüschel (n), unter denen sich ein Scheinparenchym (m) (Taf. I. Fig. 17 m.) bildet, welches die Rinde durchbricht und das Gewebe des jungen Fruchträgers bildet (m. m.)

Fig. 8. Jugendlicher Fruchträger (Fig. 6 b.) vergrössert und durchschnitten. Das Mark (g) des Rhizomorphenstranges wird durch das auf der Innenseite der Rinde entstandene Scheinparenchym (m) verdrängt. Die Randhyphen des Fruchträgers biegen sich schräg nach aussen. An der Spitze bildet sich eine Ringfalte (a) die erste Anlage des Hutes.

Fig. 9. Haare auf der Rinde der Rhizomorphen mit gekörnelter Oberfläche, sparsamer Septirung und einzelnen Schnallenzellen.

Fig. 10. Eine Partie (x) der Figur 7 vergrössert. Einzelne Haare (n) ähnlich denen der Fig. 9 entspringen dem Scheinparenchym, welches zuweilen bei (o) eine eigenthümliche Kugelzelle auf kurzem Seitenaste zeigt. Das aus vielfach hin und her gebogenen cylindrischen Zellenhyphen bestehende Gewebe des Fruchträgers (Taf. I. Fig. 17 m.) m zeigt im Umfange, wo zahlreiche Aeste nach aussen

sich biegen, vielgestaltige Endglieder (a. a.), während die noch wachsenden Hyphen sich strecken und vielfach verästeln (b. b.)

Fig. 11. Vielfach verästelter Strang der Rhiz. subterranea, dessen Basis in die breit bandförmige Rhiz. subcorticalis (a) übergeht, welche unter der Rinde entwickelt ist. Die Aeste zeigen zahlreiche Haarbüschel (c) und tragen an der Spitze mehr oder weniger entwickelte Fruchträger (d. d.).

Fig. 12. Ein Theil von Fig. 1 b. in natürlicher Grösse. Die Haarbüschel gehen allmählig nach der Spitze zu in Fruchträger über.

Fig. 13. Querschnitt durch den Strang Fig. 12 x.

Fig. 14. Ein Theil von Fig. 13 vergrössert. Das Mark (g) ist von einer dicken nach aussen dunkelbraun gefärbten Rinde umgeben. Auf dieser entstehen äusserlich Haarbüschel (n. n.), auf der Innenseite unter den Haarbüscheln entsteht ein Scheinparenchym (m. m.) (Taf. I. Fig. 17 m.), welches sich stellenweise (x) vom Markgewebe ablöst und die Rinde zum Platzen veranlasst.

Fig. 15. Junge Fruchträger, auf Rhiz. subcorticalis zwischen Rinderissen hervorkommend.

Fig. 16. Der mittlere dieser Fruchträger vergrössert. Der Hut ist schon deutlich zu erkennen, indem über der Ringfalte (a) sich das Gewebe stärker entwickelt hat.

Fig. 17. Ein Theil der Fig. 16 vergrössert. Die Ringfalte (a) ist nach aussen noch nicht geschlossen und wird durch sehr feine gegen deren Oberfläche sich bogig krümmende Randhyphen gebildet (d. d.) Oberhalb der Ringfalte wachsen die grossen Randhyphen (c. c.) des Hutes schräg nach unten, unterhalb derselben wachsen die Randhyphen (b) des Strunkes schräg nach oben, um in der Folge untereinander zu verwachsen und die Lücke äusserlich zu schliessen. Das Gewebe des Strunkes ist mit e, das des Hutes mit f bezeichnet.

Fig. 18. Fruchträger mit deutlichem, noch unausgebildetem Hute.

Fig. 19. Derselbe durchschnitten. Ueber der Ringfalte bei (a) ist ein deutliches Velum entstanden.

Fig. 20. Der Ausschnitt (a) der Fig. 19 vergrössert. Die Ringfalte (a) ist mit Luft gefüllt, in dieselbe sind von der oberen Fläche Lamellen d^x hineingewachsen. Die Hymenialschicht (d) bekleidet sowohl die Lamellen als die ganze Unterseite des Hutes. Dem Gewebe des Hutes (f) und des umgekippten Hutrandes (g) entspringen grosszellige Hyphen (c), welche nach abwärts wachsend sich unterhalb der Ringfalte bei (i) mit den nach oben wachsenden Randhyphen (b. b.) des Strunkes (e) kreuzen und mit ihnen verwachsen, bis sie nach völliger Ausbildung des Hutes hier wieder auseinander gerissen werden. Von den Hyphen des Strunkes biegen unterhalb der Ringfalte zahlreiche völlig parallel laufende Hyphen (h) nach aussen ab, und bilden durch ihre Verlängerung die Armilla.

Fig. 21. Horizontalschnitt durch den jungen Hut (Fig. 19). Die Bezeichnung der einzelnen Theile ist dieselbe wie in Fig. 20. Die Lamellen verlaufen nicht sämtlich vom Hutrande g bis zum Strunke f, sondern zum Theil nur vom Hutrande bis zur Mitte oder finden sich nur am Hutrande vor.

Fig. 22. Durchschnitt einer Lamellenschneide. Die Hyphen der Lamellensubstanz (d) verästeln sich vielfach und senden Seitenzweige nach aussen, die in keulenförmigen Basidien (a. a.) endigen. Auf einem grossen Theile derselben ent-

stehen meist vier Sterigmen, deren Spitzen zu Sporen anschwellen (b. b.) Einzelne fadenförmige verkümmerte Basidien (c. c.) überragen die Hymenialschicht.

Fig. 23. Einzelne Lamellenhyphen mit den daran sich entwickelnden Basidien, die theils steril (a) bleiben, theils Sterigmen und Sporen (b) erzeugen, theils verkümmern (c) (Hoffmanns Pollinarien).

Fig. 24. Eine Lamellenschneide, einige Tage in feuchter Luft aufbewahrt. Sämmtliche Basidien, mit Einschluss der sog. Pollinarien haben 1 bis 3 Keimschläuche entwickelt.

Fig. 25. Reife Sporen.

Fig. 26. Gekeimte Sporen.

Fig. 27. Fruchträger während der Loslösung der Armilla (h) vom Hutrande. An der Basis des Stieles (e) zeigen sich noch einige verkümmerte Fruchträger, die alle an der Spitze eines Rhizomorphenstranges sitzen.

Fig. 28. Derselbe Fruchträger durchschnitten. Die Armilla (h) ist auf der rechten Seite bereits vom Hutrande losgerissen und herabgefallen, auf der linken Seite ist sie noch zwischen Hutrand und Strunk straff ausgespannt. Die Lamellen d^x verlaufen vom Rande nur eine kurze Strecke oder bis etwa zur Mitte der Hutunterseite oder bis zum Stiele.

Fig. 29. Völlig ausgebildeter Fruchträger.

Fig. 30. Die Basis des Fruchträgers Fig. 29 durchschnitten und vergrößert. Der Rhizomorphenstrang hat wie Fig. 6 c. zahlreiche Fruchträger an der Spitze entwickelt, von denen aber nur der mittlere zur Ausbildung gelangt ist, während die übrigen verkümmerten. Das Scheinparenchym der Fruchträger (m) geht nach unten allmählig über in das Mark (g) des Rhizomorphenstranges.

Fig. 31. Basis eines Fruchträgers, welcher aus der Verschmelzung mehrerer Fruchträger entstanden ist.

Trametes Pini Fr.

(Taf. III. Fig. 1—19).

Der Kiefernbaumschwamm.

Erzeuger der Rothfäule, Rind-, Ring- oder Kernschäle der Kiefer.

Die als Roth-, Weiss-, Kern-, Ast-, Stock- oder Stammfäule, als Rind- oder Ringschäle und unter noch anderen Namen bekannten Krankheits- und Zersetzungserscheinungen des Holzes sind ungeachtet ihrer hohen Bedeutung für den Forstmann und den Techniker bisher noch nicht gründlich untersucht worden. In der Praxis bezeichnet man diejenigen Erscheinungen der Holzfäulniss, die sich durch ihre dunklere Färbung auszeichnen, mit „Rothfäule“, diejenigen Fäulnisszustände, in denen die weisse Farbe vorwiegt oder stellenweise sich zeigt, mit „Weissfäule.“ Je nach dem Stammtheile, in dem die Fäulniss auftritt, wird diese bezeichnet als Kern-, Ast-, Stock- oder Stammfäule u. s. w.

Alle diese Bezeichnungen sind nur Collectivnamen für zum Theil sehr verschiedenartige Krankheiten und hat Willkomm in seiner Arbeit über „die Roth- und Weissfäule“ den grossen Fehler begangen, dass er seine Beobachtungen an der Fichte auf fast alle Holzarten und Holzkrankheiten bezog, dieselben verallgemeinerte, ohne sich durch gründlichere Untersuchung zuvor die Ueberzeugung verschafft zu haben, dass er hierzu berechtigt war.

Die Rothfäule, Rind-, Ring- oder Kernschäle der Kiefer hat mit der Rothfäule der Fichte nicht die geringste Aehnlichkeit.

Th. Hartig ist der einzige, der diese Krankheit bisher wissenschaftlich untersucht hat und zwar in seiner „Abhandlung über die Verwandlung der polycotyledonischen Pflanzenzelle in Pilz- und Schwamm-Gebilde und der daraus hervorgehenden sogenannten Fäulniss des Holzes.“ Berlin bei Lüderitz 1833.

In Berücksichtigung des damaligen Standpunktes der Wissenschaft und insbesondere der Pilzkunde ist das Verdienst Th. Hartigs als ein hohes zu bezeichnen, welches er sich dadurch erwarb, dass er zuerst nachwies, dass bei dieser Krankheit Pilzbildungen eine hervorragende Rolle spielen.

Die in der bezeichneten Abhandlung niedergelegte Ansicht über das Wesen der Krankheit lässt sich in der Kürze dahin zusammenfassen, dass die Fäulniss des Holzes hervorgerufen werde durch das hohe Alter des Baumtheiles und die damit eintretende Functionslosigkeit des Pflanzentheils.

Diese Functionslosigkeit kann aber unter Umständen auch frühzeitiger eintreten in Folge ungünstiger Standorts- und Witterungsverhältnisse oder anderer störender Einwirkungen.

Zelleninhalt oder Zellwandung der todtten Organe zerfallen in die kleinsten Membrankügelchen (Monaden), die sich unmittelbar zu Pilzen umwandeln.

Durch Aneinanderreihen der Monaden entstehen Pilzfäden, die durch ihre Weiterentwicklung im Stande sind, auch das noch gesunde Holz krank zu machen und zu zersetzen. Den in der angedeuteten Weise im Innern des Holzkörpers durch Urzeugung entstandenen Pilzen giebt Th. Hartig den Namen „Nachtfaser (Nyctomyces),“ und bezeichnet diese als eine selbstständige Gattung von Pilzen, welche mit keinem sporenerzeugenden Fruchträger in irgend welcher Beziehung stehe. Höchst interessant ist die Thatsache, dass Th. Hartig Seite 39 der genannten Abhandlung bereits constatirt, dass seine Ansicht über die Entstehung der Pilze durch Urzeugung völlig hinfällig sein würde, wenn sich ein Zusammenhang des Myceliums im Innern des Baumes mit den an den Astlöchern hervorkommenden Schwämmen nachweisen liesse.

Es heisst daselbst wörtlich: „Eine der interessantesten Beobachtungen gewährte mir ein Stück von einer alten Kiefer, in welches ein abgebrochener, nicht überwallter Ast 5—6 Zoll tief in das Holz eingewachsen ist und einige Zoll aus der Rinde hervorragt. Der äussere Theil des Astes ist durchaus von Rinde entblösst. Auf der Unterseite desselben, mit dem Hymenium der Erde zugekehrt, sitzt ein Boletus, dessen Substanz lederhart und rothbraun ist. Der im Holze steckende Theil des Astes ist, vorzugsweise nach dem Kern des Baumes zu, mit der Nachtfaser und zwar im Zustande vollkommener Ausbildung, als bräunlichgelbe wollige Masse umgeben. —

Natürlich musste mich dies sogleich auf den Gedanken führen, es finde irgend eine Verbindung zwischen der Nachtfaserbildung und der des äusseren Schwammes statt, — auf den Gedanken, es sei der Boletus das Product des Hervorwachsens und der Vegetation der Nachtfasern unter dem Einfluss der äusseren Atmosphäre. Hätte sich diese Meinung bestätigt, so würden dadurch alle die, zum Beweis der Selbstständigkeit jener Pilzform aufgestellten Gründe nichtig geworden sein. Wir dürften dann die Nachtfasern nicht selbstständig, sondern als die, im Holze sich entwickelnde, aus diesem hervorwachsende Grundlage anderer, höher gebildeter, im Licht vegetirender Schwämme betrachten.“

Es ist in der That sehr zu bedauern, dass es damals Th. Hartig nicht gelungen ist, sich von dem Zusammenhange des Myceliums mit dem Fruchträger zu überzeugen.

Wir würden dann in der Erkenntniss des Wesens der Holzkrankheiten vermuthlich schon bedeutend weiter sein, als wir heute thatsächlich sind.

Die Arbeiten Willkomms: „Zur Kenntniss der Roth- und Weissfäule“ in dessen „Mikroskopische Feinde des Waldes“ Dresden 1866, haben das Verdienst,

die Aufmerksamkeit der Forscher aufs Neue den Holzkrankheiten zugewendet zu haben.

In dem ersten Abschnitt: „Geschichtliche Darstellung und kritische Beleuchtung der bisherigen Ansichten, Meinungen und Hypothesen“ giebt der Verfasser auf 32 Seiten eine Zusammenstellung der einschlägigen Litteratur, die um so mehr uns der Mühe überhebt, auf diese hier nochmals einzugehen, [als daraus die völlige Unbrauchbarkeit der bisherigen Arbeiten auf diesem Gebiete erhellt und selbst die Frage berechtigt erscheint, ob Willkomm nicht zu weit ging, die Zeit der Leser durch Mittheilung aller dieser Ansichten in Anspruch zu nehmen.

Was die Arbeit Willkomms selbst betrifft, so reservire ich mir mein Urtheil über dieselbe bis zu der Zeit, in der ich die Rothfäule der Fichte gründlicher studirt habe, als ich bisher Zeit und Gelegenheit hatte.

Jedenfalls sind [die Untersuchungen Willkomms sehr schätzenswerth und bieten eine reiche Fülle interessanter Beobachtungen. Zu einem befriedigenden Abschlusse sind dieselben aber nicht gediehen, bedürfen vielmehr nach vielen Richtungen hin der Ergänzung und Bestätigung oder Berichtigung. Die Entstehung der Hyphen von *Nyctomyces candidus* aus den sich aneinander reihenden Schwärmsporen des *Xenodochus ligniperda*, wie sie Willkomm beschreibt und abbildet, erinnert lebhaft an die Darstellung, welche Th. Hartig von der Entstehung der Nachtfasern aus den Monaden giebt.

Da diese Beobachtung im Widerspruch mit allen Wachsthumsgesetzen der Pflanzen steht, so bedarf sie jedenfalls noch der Bestätigung.

Der Nachweis, auf welchem Wege die in den Sporangien des *Rhynchomyces violaceus* befindlichen Sporen in das Innere der Holzfasern gelangen, fehlt ganz, und irrt Willkomm offenbar, wenn er diese für identisch mit denjenigen Sporen hält, aus denen *Xenodochus ligniperda* hervorgeht.

Vermuthlich wurde Willkomm dadurch verwirrt, dass er neben der Fichte auch einige Beobachtungen bei anderen Holzarten anstellte, die von ganz anderen Krankheiten heimgesucht waren.

Die von Th. Hartig bearbeitete Rind-, Ring- oder Kernschäle auch Rothfäule genannte Krankheit der Kiefer, die so ungemein verbreitet ist und etwa dieselbe Bedeutung für die Kiefernbestände besitzt, welche in den Fichtenbeständen der durch *Xenodochus* erzeugten Rothfäule zugeschrieben werden muss, hat Willkomm offenbar nicht gekannt.

Andererseits will ich hier gleich constatiren, dass die Willkomm'sche Rothfäule in Kiefern sehr selten sein muss, da ich dieselbe bisher in keinem Falle trotz sorgfältigen Nachsuchens beobachtet habe.

Die Rothfäule der Kiefer wird erzeugt durch die Vegetation des Myceliums von *Trametes Pini* im Kernholze, welches die nicht überwallten Aststutzen als Brücke durch das Schlintholz benutzend, ausserhalb des Stammes an den Astlöchern die consolenförmigen Fruchträger erzeugt. Die Beschreibung des Parasiten schicke ich der Darstellung der Krankheitserscheinungen voran.

Das Mycelium.

Das Mycelium des *Trametes Pini* zeichnet sich wie dasjenige von *Agaricus melleus* durch grosse Mannigfaltigkeit der Form und Färbung aus.

Es tritt sowohl als ein einfach fädiges, im Innern der Holzzellen vegetirendes entweder braun gefärbtes oder farbloses Mycel auf, als auch in Gestalt grösserer verfilzter Pilzkörper und Pilzhäute. Letztere bilden sich überall da, wo im kranken Holze Hohlräume in Gestalt von Spalten und Rissen entstehen, wo durch Zerstörung der Markstrahlen eine üppigere Entwicklung der Hyphefäden möglich wird. Vorwiegend rostbraun gefärbt, nimmt dies Mycel unter Umständen ebenfalls eine weisse Färbung an.

Das einfach-fädige Mycelium zeigt im jugendlichen Zustande, wie er an künstlich inficirten Bäumen (Taf. III. 16), oder an der Grenze zwischen dem gesunden Splint und dem erkrankten Kerne schon lange erkrankter Bäume beobachtet werden kann, nur äusserst sparsam septirte aber reich verästelte Hyphen von nur wenig getrübttem und ungefärbtem Plasma erfüllt. So lange diese farblosen Hyphen noch Saft führen, lässt sich eine doppelte Contour der Zellwand nicht erkennen, (16 a. b.) die sehr deutlich hervortritt, sobald die Hyphen leer sind (17 b.)

Die Hyphen haben vorwiegend eine Dicke von 3 Mik. Ihnen entspringen aber schon im ersten Krankheitsstadium einzelne zartere Seitenäste (16 c. 17 e.) deren Durchmesser oft kaum 1 Mik. erreicht. Die dicken und dünnen Pilzfäden durchbohren mit Leichtigkeit die Wandung der Holzzellen, wählen nur selten und zufällig die Tipfel zum Durchgang. Den dickeren Hyphen entspringen oft sehr zahlreiche kurze Aestchen, welche die Wandungen durchlöchern, ohne sich in der Nachbarzelle weiter zu entwickeln.

Nach Erreichung eines gewissen Alters oder in Folge eines gewissen Zersetzungszustandes der Holzzellen färben sich die dickeren Hyphen dunkel rostbraun (17 a.), eine Färbung, die ich bei den zarteren Fäden nicht beobachtet habe. Wie alt die Mycelfäden werden können, ist eine Frage, die vorläufig unbeantwortet bleiben muss. Die zahlreichen Löcher in den Zellwandungen, die man bei höherem Grade der Fäulniss beobachtet (Fig. 17 u. 18), sprechen dafür, dass nach einer gewissen Zeit die Hyphen absterben und resorbirt werden, mithin verschwinden. Neue Hyphen durchwachsen die Holzzellen, so dass man oft frische, ungefärbte Fäden (17 g.) neben älteren braunen Hyphen (17 a.), in Zellen beobachtet, deren zahlreiche leere Wandungslöcher (17 c. d.) den Beweis geben, dass schon viele Hyphen wieder resorbirt sind. Je weiter die Zerstörung des Holzes vorgeschritten ist, um so mehr überwiegen die feineren, farblosen Fäden, die nicht nur als Seitenäste den dicken Hyphen entspringen, sondern zuweilen unmittelbar als Fortsetzung dieser sich zu erkennen geben (17 h.)

Diese weissen Fäden enthalten mehr oder weniger zahlreiche kleine Körnchen und sind in ihrer Bildung übereinstimmend mit der von Willkomm (Taf. III. Fig. 60) gezeichneten weissen Nachtfaser *Nyctomyces candidus*. Verschmelzungen mehrerer Fäden zu breiteren Strängen kommen nicht selten vor. Ist die Zersetzung des Holzes so weit vorgeschritten, dass bereits Löcher in der Holzsubstanz entstehen, dann verlieren auch die vorhandenen dicken, braunen Hyphen ihre Farbe (Fig. 18 a.) was wohl als Zeichen der beginnenden Auflösung derselben zu betrachten sein dürfte.

Das Mycelium bildet, wenn sich die Hyphen in Hohlräumen des Baumstammes freier entwickeln können, entweder zarte, lockere Häute oder dicke und festere Pilzlappen oder solide Pilzmassen von erheblichen Dimensionen.

Mit der Fäulnis des Stammes, und dem Trockenwerden des Holzes ist sehr oft ein Zusammenziehen des letzteren verbunden. Es entstehen Risse in der Richtung der Markstrahlen, sehr häufig löst sich aber ein innerer Kern von dem äusseren Holzmantel los, so dass ein concentrischer Hohlraum sich bildet. Diese Art Risse und Hohlräume füllen sich bald mit üppig wuchernden Hyphen an, wie Fig. 1 g. g. und 17 a. dargestellt ist.

Es entstehen dicke, braune Pilzhäute (Xylostroma) ähnlich dem bekannten Zündschwamm.

Ferner entsteht zwischen Borke und Holzkörper unterhalb der Fruchträger da, wo diese an einem nicht überwallten Aststutze hervorkommen, durch das Dickenwachsthum des Baumes im Umfange der Ansatzstelle, ein Hohlraum (Fig. 1 e.), der sich völlig mit Pilzmasse anfüllt. Unter alten Fruchträgern ist nicht selten der eingewachsene Ast völlig durch den Parasiten vernichtet und ist an dessen Stelle eine braune Pilzmasse getreten, die als verborgener Astschwamm in der Praxis bezeichnet wird. Lässt man rindschälige Kiefernholzblöcke längere Zeit in einem feuchten Raume z. B. im Keller liegen, dann wächst das Mycelium über die Schnittfläche hervor und bildet bis fingersdicke braune Pilzmassen auf dem Holzkörper. Da, wie wir später sehen werden, während der Zerstörung des Holzes zahlreiche grössere und kleinere Löcher in demselben entstehen, insbesondere die Markstrahlen oft zuerst verschwinden, so bietet sich dem Mycelium in diesen Löchern vielfach Gelegenheit zu reichlicher Entwicklung, wobei dasselbe zuerst als braune Masse auftritt, welche später in weisse Pilzmasse übergeht. In den Spalten und Rissen tritt an Stelle der braunen dicken Mycelhäute später ein zartes, lockeres Geflecht von weissem Mycel, welches wohl zum Theil aus den in Zersetzung begriffenen braunen Hyphen, andernteils aber aus farblosen, gewissermassen auf Kosten der braunen Pilzmasse lebenden Fäden besteht (Fig. 17 b.), die von diesen ihren Ursprung herleiten.

In Bezug auf das Mycelium mag hier nur noch erwähnt werden, dass der Bau der Hyphen völlig übereinstimmt mit denjenigen Hyphen, welche die Substanz des Fruchträgers (9, 10, 13, 14) bilden, mit dem einzigen Unterschiede, dass letztere reichlicher septirt und etwas dicker sind.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Beobachtung Casparys, nach welcher Fruchträger von *Trametes Pini* sich auf Rhizomorpha entwickelt haben sollen, ohne jeden Zweifel eine unrichtige ist. Der Irrthum wird dadurch hervorgerufen sein, dass eine von *Trametes Pini* behaftete Kiefer zugleich von dem Mycelium des *Agaricus melleus* befallen war.

Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane.

Da der Splint des Baumes immer gesund und pilzfrei ist, so kann das Mycelium aus dem Innern des Baumes nur nach aussen gelangen, indem es die nicht völlig überwallten, eingewachsenen Aststutzen als Brücke durch die Splintschicht benutzt.

Fruchträger entstehen desshalb auch niemals an einem anderen Punkte des Stammes oder der Aeste, als da, wo nicht überwallte Aststutzen oder Astlöcher sich befinden. Das Mycelium, welches in dem Holze des Astes (1 a.) ebenso vegetirt, als im Kernholze des Stammes, verbreitet sich von diesem aus zwischen den Borkeschuppen, welche die Aststelle äusserlich umgeben. Das abgestorbene Gewebe der Borkeschuppen wird von dem Mycelium vollständig durchwachsen, so dass zuweilen diese Schuppen sich fast ganz in Pilzmasse umwandeln. Die braunen Fäden sind im Gewebe der Borkeschuppen sehr reich verästelt, treten aber sehr zurück an Häufigkeit gegen die farblosen, also weissen Mycelfäden, die theils dicker, theils in äusserster Feinheit die Wandungen durchbohren und das Innere der Zellen oft ganz ausfüllen. Die Borke der Kiefer entsteht aus dem Bastkörper dadurch, dass im Bastparenchym Korkschichten sich bilden, welche mehr oder weniger grosse Schuppen von dem noch lebsthätigen inneren Baste abschneiden. Diese Korkschichten bestehen aus zwei Lagen sehr dickwandiger Zellen, die durch eine Zone sehr dünnwandiger Korkzellen miteinander verbunden resp. von einander getrennt sind. Die äussere Lage der dickwandigen Korkzellen, die mithin die Innenfläche jeder Borkeschuppe bekleidet, ist stets weit stärker entwickelt als die innere Lage. Oft besteht diese nur aus einer dickwandigen Korkzelle, an die sich nach innen noch eine Reihe stärkemehl- oder chlorophyllführender Zellen anschliesst. Die aus äusserst zarten und desshalb leicht zerreisbaren Zellen bestehende Mittellage der Korkschicht bietet dem aus dem Aste hervorkommenden Mycel die Gelegenheit zu üppiger Entwicklung. Zwischen den Borkeschuppen dringt die Pilzmasse an verschiedenen Stellen hervor und hebt die Schuppen von der Oberfläche des Stammes ab. (Fig. 2).

Der zwischen den Borkeschuppen frei hervorsehende Theil des jugendlichen Fruchträgers zeigt anfänglich eine hellrostgelbe Farbe und gleichmässig sammetartige Beschaffenheit der Oberfläche. Die in der Oberfläche endenden Hyphen zeigen meistentheils gewöhnliche cylindrische, an der Spitze abgerundete Endglieder (13 a.), die bei anhaltend feuchter Luft sich durch Spitzenwachsthum verlängern. Vermischt mit diesen Hyphen sieht man solche, deren Endzellen mit eigenthümlichen hakenförmigen Bildungen (13 b. b.) versehen sind. Diese entstehen in cylindrischen, abgerundeten Endzellen dadurch, dass die auf Kosten des Zelleninhaltes eintretende Verdickung der Zellwand keine allseitig, gleichmässige, sondern auf einen schmalen Streifen der primären Zellwandung beschränkt ist (13 c. c.), während die Primärwandung resorbirt wird. Zuweilen enden die Hyphen auch in pfriemenförmigen Spitzen (13 d.), zeigen auch wohl sporenartige Abschnürungen (13 e.) oder cylindrische Endzellen auf langen, dünnen und fadenförmigen Stielen (13 f.) Findet nach einer Ruheperiode erneutes Wachsthum statt, so verlängern sich die Hyphenenden des Sammpolsters in verschiedenartiger Weise (14). Die Verlängerung durch Spitzenwachsthum beginnt sofort an den unverletzten Hyphen oder es entwickelt sich, nachdem die Spitzen, besonders die mit Hähken versehenen Endglieder abgebrochen sind, die Innenzelle zu einer neuen zarten Hyphe. (14 a. a.)

Unentschieden muss ich einstweilen noch die Frage lassen, ob das Abbrechen der Hyphenenden nur eine Folge äusserer Einwirkungen ist oder ob bei dem Wiederbeginn des periodisch unterbrochenen Wachsthums ein von der Innenzelle ausgehender Druck das Abbrechen oder Abstossen der Spitzen zur Folge hat.

Mit Ausnahme eines mehr oder weniger breiten, bald wulstartig hervortretenden Randes bedeckt sich die zwischen den Borkeschuppen hervorsehende Oberfläche des jugendlichen Fruchträgers mit kleinen Grübchen, den ersten Anfängen der Kanäle und wird damit zur Hymenialfläche (Fig. 2).

Die Grübchen (1, 2, 3, 5 i.) sind entweder im Anfang sehr klein und entstehen dann durch Auseinanderweichen der gegen die Oberfläche rechtwinklig stehenden Hyphen, wodurch ein trichterartiges Loch sich bildet, oder sie entstehen sofort als breitere im Grunde nicht trichterförmige Gruben dadurch, dass die Hyphen stellenweise ihr Längenwachsthum einbüßen, während in den Zwischenräumen zwischen diesen Stellen das fortgesetzte Wachsthum der Hyphen die Wandungen der Kanäle hervortreten lässt. Die erreichbare Weite der Kanäle ist durch die Entfernung der am jugendlichen Fruchträger entstehenden Grübchen vorgeschrieben. Ein Kanal behält seine Weite, die er in der Jugend erreicht hat, für alle Folgezeit bei (5 d.) Die Länge desselben nimmt dagegen beständig zu, indem die mehr oder weniger parallel verlaufenden Hyphen der Wandungen sich periodisch an der Spitze verlängern (8 a.) Mit seltenen Ausnahmen (7) verlaufen die Kanäle immer völlig lothrecht (5), in Folge dessen bei jugendlichen Fruchträgern die Mündungen derselben eine sehr gestreckte Gestalt erhalten. Mit dem Wachsthum der Kanalwandungen findet gleichzeitig eine Vergrößerung des Fruchträgers statt durch periodisch unterbrochenes Wachsthum des Wulstrand in der Umgebung der Hymenialfläche. Der Wulstrand an der oberen Seite der Hymenialfläche (3 b. 5 b.) ist bedeutend dicker als an den übrigen Seiten und zeichnet sich vor allem durch die Wachstumsrichtung seiner Hyphen aus. In mehr oder weniger radial horizontaler Richtung sich vergrößernd, bilden die Hyphen des oberen Wulstrand die obere sterile Fläche des consolenförmigen Fruchträgers, dessen schräge Unterseite bis auf einen sehr schmalen, der Rinde des Baumes aufliegenden Markkörper ganz von dem Hymenophorum eingenommen wird. Die Hyphen des Wulstrand biegen sich in der oberen Hälfte bogenförmig nach oben (5 b.) in der unteren Hälfte nach unten (5 a^x), während in der Mitte fortwährend die Vergrößerung des Wulstes stattfindet. Die hellrostgelbe Färbung des sammetartigen Wulstes geht bald in eine dunklere rostbraune Farbe über. Der Sammtglanz geht besonders im oberen, steril bleibenden Theile des neuen Wulstes durch die Einwirkungen der Atmosphärien verloren. Die Hyphenenden collabiren, verwittern später und geben der Oberfläche ein rauhes schwarzes Ansehen. Da das Wachsthum ein periodisch unterbrochenes und nach den Witterungsverhältnissen ein schwächeres oder kräftigeres ist, so bilden sich Zonen auf der sterilen Oberfläche des Fruchträgers, die durch radial verlaufende Risse mehrfach durchbrochen werden (1, 4, 5). Der untere Theil des Wulstes dient der Vergrößerung der Hymenialfläche. Unweit des Randes entstehen neue Grübchen (3 i. 5 i.), die mit dem allgemeinen Wachsthum des Fruchträgers auch zu Kanälen heranwachsen. Während der obere Wulstrand des Fruchträgers in der vorbesprochenen Weise die Vergrößerung des Organes bewirkt, breiten sich die seitlichen Ränder durch Wachsthum der Hyphen des Randwulstes ebenfalls aus, bleiben dabei aber stets eng an der Rinde des Baumes angeschmiegt, sind auch stets weit schwächer entwickelt, so dass sie kaum zu erkennen sind (3 a. a.). Mit der Vergrößerung der Hymenialfläche findet auch eine entsprechende Vermehrung der Grübchen und Kanäle im ganzen Umfange derselben statt.

Meistens findet sich an einer Aststelle nur ein einzelner Fruchträger, zuweilen entstehen aber an verschiedenen Seiten des Astes gleichzeitig mehrere sogen. Schwämme.

Wird ein Fruchträger abgebrochen, so entstehen in der Regel an derselben Stelle mehrere neue Fruchträger, da die zurückgebliebenen Reste sofort zu kräftigem Wachsthum befähigt sind.

Ein Alter von 50—60 Jahren ist sehr oft mit Sicherheit für einen Fruchträger nachzuweisen (Fig. 1).

Ob dieses Alter noch erheblich überstiegen werden kann, ist mir zweifelhaft.

Das Wachsthum des „Schwammes“ hört endlich auf und zwar entweder in allen seinen Theilen oder nur theilweise. Die Hymenialfläche wächst nicht mehr zu, fängt an zu verwittern und rauh zu werden (6 a. a.), der ganze Fruchträger wird bröcklig und zerfällt. Sehr oft findet an theilweise bereits abgestorbenen Trägern eine Regeneration statt. Aus den Kanälen wächst ein neues Polster (6 u. 7 c. c.) hervor, in welchem völlig neue Grübchen und Kanäle sich zu bilden vermögen (6 d.)

Die Entstehung des neuen Polsters ist denselben Hyphen zuzuschreiben, welche regelmässig die Verstopfung der Kanäle veranlassen, nachdem diese wie nachstehend beschrieben werden soll, eine Reihe von Jahren fructificirt haben.

An älteren Fruchträgern bemerkt man stets, dass die Kanäle oder Röhren nicht in ihrer ganzen Länge offen, sondern grösstentheils nachträglich von einer besonderen Füllungsmasse verstopft sind, so dass nur der jüngste Theil noch offen steht (5 c.). Untersucht man diesen jüngsten Theil (8), so bemerkt man, dass die Hyphen der Wandungen (8 b., 9, 10) ziemlich parallel verlaufen und von der Mündung der Röhre (8 a.), wo sehr oft das periodische Wachsthum derselben durch die Färbung deutlich hervortritt, noch keine Basidien oder Haare nach den Hohlraum des Kanals abgezweigt haben.

Erst etwas tiefer im Innern der Röhre, mithin vielleicht nach mehrjährigem Alter dringen aus der Wandung auf längeren und kürzeren Aesten der parallel laufenden Hyphen des Hymenophorum (9 b.), die keulenförmig angeschwollenen Basidien, welche die Hymenialschicht bilden. Eine verhältnissmässig nicht sehr grosse Anzahl der Basidien entwickelt vier oft sehr lange Strigmen, die an ihrer Spitze die rundlich eiförmigen Sporen erzeugen. Viele Basidien scheinen für immer steril zu bleiben (9). Zerstreut über die Hymenialschicht hinauswachsend entstehen gleichzeitig mit den Basidien sehr auffallend geformte, schon mit unbewaffnetem Auge erkennbare Haare. Sie entspringen dicken Hyphen, welche in spitzem Winkel sich der Hymenialschicht von innen nähern, und die anfänglich farblosen, später dunkelbraun gefärbten, dickwandigen, pfriemenförmigen Haare nahezu rechtwinklig zur Hymenialfläche in den Innenraum hineinragen lassen (9 a. a.). Wenn je nach den Witterungsverhältnissen das Wachsthum der Fruchträger im August oder September beginnt, dann wachsen durch die Hymenialschicht des ersten Jahres (9) neue Basidien und Haare hindurch, so dass die anfänglich sehr dünne Schicht erheblich verdickt, der Innenraum der Röhre verengt wird.

Die zuerst gebildeten Basidien und Haare erscheinen gar nicht mehr oder nur mit ihren Spitzen an der Oberfläche der Kanäle (Fig. 10), die Hymenialschicht erhält im Laufe der Zeit eine erhebliche Dicke. Entnimmt man im Monat September Schnitte aus dem Grunde des noch offenen Theiles der Röhren, so wird

man neben alten Haaren auch die neu entstehenden in allen Entwicklungsstadien beobachten können. (10 a^x a^{xx} a^{xxx}). Die zwischen den alten Basidien hindurchwachsenden Hyphenäste, an deren Spitze neue Basidien sich bilden, erhalten zuweilen ungewöhnliche Länge, so dass sie weit in den Hohlraum des Kanals hineinragen. Manche derselben scheinen auch nicht zur normalen Ausbildung der Basidien zu gelangen, schnüren an ihrer Spitze grössere und kleinere rundliche Sporen ab, verästeln sich und zeigen überhaupt mannigfache abnorme Bildungen, bei denen es selbst zuweilen zweifelhaft wird, ob dieselben nicht fremden in die Kanäle eingedrungenen Pilzarten zugehören. (Fig. 10). In demselben Maasse, als die Wandungen der Kanäle durch Wachsthum der Hyphen (8 a.) sich verlängern, füllt sich das Innere derselben mit einer, aus wirr durcheinander verflochtenen Pilzfäden bestehenden Masse (8 c.) an.

Diese Ausfüllungsmasse entsteht aus Hyphen, welche aus dem Hymenophorum über die Hymenialschicht hervorwachsen (10 e. e.), sich mehrfach verästelnd und durcheinander wachsend das Innere des Kanals völlig ausfüllen. Auch diese Ausfüllung ist eine periodisch eintretende. Es entstehen auf dem Grunde des Kanals an der Spitze vieler Ausfüllungshyphen ebensolche pfriemenförmige Haare (8 e. e.), wie zwischen den Basidien der Hymenialschicht hervorkommen. Auf einem glatten Durchschnitt (5) unterscheidet sich die Füllung von den Wandungen sofort durch den fehlenden Seidenglanz.

Die Sporen (11), die meist zu vierten auf den Basidien gebildet werden, sind anfänglich farblos, nehmen aber in höherem Alter dieselbe braune Farbe an, welche den älteren Hyphen eigenthümlich ist.

Sie sind breit eiförmig, selten fast kugelförmig. Ihre Länge beträgt c. 5, 3 Mik. ihre Breite c. 4, 5 Mik.

In sehr vielen Sporen zeigt sich eine scharf contourirte Kugel, welche wohl als Oeltropfen zu betrachten sein dürfte.

Die dicke Wandung tritt bei solchen Sporen besonders deutlich hervor. Der grössere Theil der Sporen scheint die Kanäle überhaupt nicht zu verlassen. Einzelne keimen selbst in ihnen (12).

Die Spitze des Keimschlauches war bei der abgebildeten aus dem Innern eines Kanals stammenden gekeimten Spore abgebrochen. Es gelang mir nicht, künstlich die Sporen zur Keimung zu bringen. Häufig findet man grosse Nester ungekeimter, braun gefärbter Sporen von der Ausfüllungsmasse umschlossen in dem älteren zugewachsenen Theile der Kanäle vor.

Das jährliche Wachsthum fällt in die Zeit von Mitte August oder September bis Anfang oder Ende November und wird bedingt durch einen gewissen Feuchtigkeitszustand der Fruchträger, der nur bei anhaltender Luftfeuchtigkeit eintritt und sich erhält.

Lebensweise des Parasiten.

Da die Entwicklung des Pilzmyceliums in der Regel nur im Kernholze der Kiefer stattfinden kann, so sind die jugendlichen Altersklassen derselben von der Krankheit verschont. Erst mit der Ausbildung des Kernholzes ist der Baum der Gefahr der Infection ausgesetzt. Zahlreiche Infectionsversuche von 30—40 jährigen

Kiefern missglückten vollständig, während jede Infection an älteren Kiefern ausnahmslos gelang.

Die Infection wurde in der Art ausgeführt, dass ein Bohrspan mycelhaltigen Kiefernholzes in ein mit demselben Zuwachsbohrer (Presslers) angefertigtes Bohrloch eingelassen wurde. Letzteres wurde sofort mit Baumwachs äusserlich geschlossen. Dass an den ausgebohrten Spänen mit grösster Sorgfalt constatirt wurde, ob der Baum bei der Infection noch gesund war, ist selbstverständlich.

Innerhalb eines Jahres zeigte sich das Holz in der Umgebung der Infectionsstelle zuweilen bis zu 1 dm. Entfernung in dem Zustande, welcher in Taf. III. Fig. 16 dargestellt ist.

Zahlreiche Mycelfäden, deren Abstammung von dem Mycel des kranken Holzes keinem Zweifel unterlag, fanden sich im Innern der Holzfasern, besonders in den Markstrahlen entwickelt, in denen sie weiter wandernd die Krankheit schnell ins Innere des Baumes übertragen.

Bäume von 60—70 jährigem Alter habe ich, wenn auch nur einzeln, doch schon mit Schwämmen angetroffen, sodass vielleicht das 40—50 jährige Alter als dasjenige zu bezeichnen ist, in welchem die Kiefer für stattfindende Infection empfänglich wird. —

Da der Splint in einer Breite von mehreren Centimetern auch bei solchen Stämmen weiss und pilzfrei bleibt (d), die im Innern einen hohen Grad der Krankheit zu erkennen geben, da letztere nie von den Wurzeln ausgeht, wie die Rothfäule der Fichte, sondern in meist ziemlich hoch gelegenen Stammtheilen ober- oder unterhalb der Krone beginnt, zuweilen sich nur auf einzelne Aeste der Krone beschränkt, so sind es nur die abgebrochenen oder abgeschnittenen stärkeren d. h. kernhaltigen Aeste, deren Stutzen als natürliche Brücken durch die Splintschicht hindurchführend, das Eindringen des Parasiten von aussen in den Kern des Baumes ermöglichen (Taf. III. Fig 1 a.) Von der Infectionsstelle breitet sich die Krankheit nach allen Richtungen hin aus, mit besonderer Vorliebe in der Längsrichtung des Stammes, was oft sehr deutlich an geschnittenen Hölzern, Brettern oder Balken zu erkennen ist, deren im Uebrigen wenigstens scheinbar noch gesundes Holz lange rothbraune Streifen zeigt.

Sehr häufig liefert ein Baum noch sehr werthvolle Nutzholzstücke, wenn ein oder einige Scheitlängen zu Brennholz ausgeschnitten werden. In anderen Fällen zieht sich aber auch die Verderbniss durch den gauzen Stamm und dringt sogar in die Wurzel ein. Der Verlauf des Zerstörungsprocesses ist nicht immer derselbe. In der Regel ist er der Folgende: Die Mycelfäden, in den Markstrahlen und den Holzfasern sich verbreitend, durchbohren an zahlreichen Stellen die Wandungen, indem sie ganz kurze oder auch längere Seitenhyphen aussenden, deren Dicke nicht immer dieselbe ist (16). Die Tipfel werden nur gelegentlich als Durchgangsstellen gewählt, oft verzweigt sich ein Mycelfaden im linsenförmigen Tipfelraume (16 b.) und durchbohrt dessen Wandungen an vielen Punkten.

Die Grösse der Löcher, welche von den Hyphen in die Wandungen eingebohrt werden, entsprechen dem Durchschnitt der Hyphen und sind in allen Theilen gleich weit, d. h. cylindrisch (17 d.)

Die Holzfasern erleiden vorerst keine bemerkbare Veränderung weder an Dicke noch in ihrer chemischen Zusammensetzung. Dagegen schlägt sich oft in ihnen tropfenweise Terpentin an den Wandungen ab. Ob dieser nur aus

den zerstörten Harzkanälen ausgeflossen ist und sich sodann im Innern der Holzzellen niedergeschlagen hat, oder ob derselbe auch ein Zersetzungsproduct des Inhalts der Markstrahlzellen u. s. w. ist, muss unentschieden bleiben.

Ein weiteres Krankheitsstadium (17) zeigt die Wandungen der Holzzellen durchlöchert (17 c, d.), die zugehörigen Hyphen aber schon wieder resorbirt.

Dunkelbraun gefärbte ältere und hell gefärbte jüngere Hyphen setzen die Durchlöcherung der Wandungen fort, die wohl eine leichte Bräunung aber keine bemerkbare Verdünnung zeigen. Selbst die in ihr vorhandenen Löcher sind an Grösse nicht bemerkbar verändert.

Das Verhältniss der dicken Hyphen zu den feinen (17 e), hat sich etwas zu Gunsten der letzteren verbessert. Der unmittelbare Zusammenhang beider Hyphenarten lässt sich mit unzweifelhafter Bestimmtheit nachweisen.

Bis zu diesem Entwicklungsstadium ist der Krankheitsverlauf wohl immer derselbe. Derartiges Holz ist noch fest und nur durch dunkelrothe Färbung vom gesunden Kernholze verschieden. Der weitere Verlauf der Zersetzung ist bei verschiedenen Bäumen und an verschiedenen Stellen desselben Baumes ein verschiedener. In der Regel sieht man besonders in der festen Herbstfaserschicht, aber auch im Frühjahrsholze zuerst kleine, später an Grösse zunehmende Löcher entstehen (1 b. 15), deren Wandungen von silberweiss glänzenden Fasern bekleidet sind, durch welche die Löcher als weisse Flecke im rothen Holze sehr auffallend hervortreten. Das umgebende Holzgewebe wird auffallend mürber und lockerer, zerbröckelt bei Anfertigung zarter Schnitte sehr leicht. Dieses Stadium (18) ist höchst interessant, indem es über den Zesetzungsprocess die besten Aufschlüsse gewährt. Das mürbe Holz zeigt die Faserwandungen noch in seiner ursprünglichen Dicke. Die Löcher, welche durch die Pilzhypen entstanden sind und die Tipfel sind dagegen in auffallendem Maasse vergrössert, deren Gestalt im Wandungsdurchschnitte (18 d.) zeigt nicht mehr cylindrische Form, sondern ist innerhalb der Celluloseschicht stark ausgebaucht.

Offenbar leistet die innere Grenzschicht der Wandung der Zersetzung den grössten Widerstand, auch die gemeinsame primäre Wandung wird nicht so leicht zerstört, als die sogen. Verdickungs- oder Celluloseschicht. Die innerste Schicht der Zellwandung schützt diese gegen die Zerstörung, welche mit dem grössten Erfolge von den Rändern der Bohrlöcher aus begonnen hat.

Verhältnissmässig wenige dickere und feinere Mycelfäden erkennt man noch in den Fasern, doch sind dieselben nicht mehr braun gefärbt, sondern äusserst durchsichtig, dürften mithin wohl auch bereits dem Auflösungsprocess unterworfen sein.

Ohne allmählichen Uebergang verschwindet, wenn man einen Schnitt durch den Rand eines der weisswandigen Holzlöcher führt, die Cellulose und primäre Wandung und bleibt nur die innerste Grenzschicht der Fasern übrig (18 b. ff.) Es kann kaum bezweifelt werden, dass der völligen Auflösung dieser Schichten auch eine chemische Veränderung vorangeht, die vielleicht durch das ungemein starke und schnelle Quellen der Substanz bei Behandlung mit Schwefelsäure sich zu erkennen giebt.

Die äusserst zarte Innenhaut ist völlig farblos, und erscheint mithin dem unbewaffneten Auge die Bekleidung der Löcher weiss gefärbt. Die einzelnen Fasern sind nicht mehr unter einander verbunden, sondern stehen völlig isolirt.

Bohrlöcher, Tipfel und Pilzfäden sind nur bei günstiger Beleuchtung noch zu erkennen. Nur die schon von Willkomm bei der Rothfäule der Fichte besprochenen Ringe der Tipfelräume widerstehen der Zersetzung auch jetzt noch, wenn sie zwar meist in viele Stücke zersprengt werden.

Die zarten, farblosen inneren Grenzhäute erhalten zuletzt eine sehr feine Körnelung (18 h), durch welche das vollständige Auflösungsstadium auch dieser Haut angedeutet wird. Die Markstrahlzellen erleiden dieselben Umwandlungen, wie sie zuvor von den Holzfasern dargestellt sind und widersteht endlich nur das in den Zellen etwa vorhandene Harz (18 e) der Zerstörung. Der innere Hohlraum der so entstandenen Löcher enthält als letztes Ueberbleibsel des zerstörten Holzes nur ein gelblichweisses Pulver mit einigen Pilzfäden vermischt (19). Es sind das die Harzpartikelchen der Markstrahlzellen oder der Harzkanäle.

Nicht immer nimmt der Zerstörungsprozess des Holzes den vorbeschriebenen Gang, vielmehr tritt oft das Weissfleckigwerden im Holze gar nicht oder nur stellenweise auf.

Es sind dann die Markstrahlen des Herbstholzes, welche zuerst völlig zerstört werden durch das in ihnen besonders üppig entwickelte Mycelium, und von denen aus die Zerstörung zuerst der festeren Herbstholzschicht später auch die der Frühjahrsschicht ausgeht.

Während letztere dem äusseren Ansehen nach, besonders durch ihren Glanz wenig verändert zu sein scheint und nur bei der Prüfung mit dem Messer durch die Weicheit den Zersetzungszustand zu erkennen giebt, ist die ganze Herbstholzschicht schon zerfressen und glanzlos, aber nicht weiss sondern gelblich gefärbt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass bei dieser Art des Zerstörungsprozesses die Holzwandungen entweder in ganz unregelmässige Bruchstücke zerfallen (17 f.), welche durch Risse und Spalten (17 i.) von willkürlicher Richtung entstehen, oder dass die Wandung zahlreiche Längsrisse (18 k.) erhält, wodurch sie in gleichmässig sich auflösende sehr kleine Längsstückchen zerfällt. Auch bei diesem Gange der Zerstörung verschwindet die Celluloseschicht früher, als die innere Grenzsicht der Wandungen, dessenungeachtet tritt nur ausnahmsweise eine weisse Färbung der Substanz vor der völligen Auflösung hervor, weil die Zerstörung durch die ganze Herbstschicht des Ringes mehr gleichmässig stattfindet und die entstehenden Hohlräume sich mit den bräunlichgelben Bruchstücken der Wandungen, der Pilzhypen und Harzpartikelchen wie mit einer lockerfilzigen Masse anfüllen.

Die Entwicklung von Pilzhypen im Innern der Holzfasern ist oft eine so üppige, dass der ganze Innenraum davon ausgefüllt wird (17 f.). Besonders im Herbstholze werden die Harzkanäle und deren Nachbarfasern frühzeitig zerstört, das aus diesen in die Markstrahlen übertretende und diese ebenfalls früher als das umgebende Gewebe zerstörende Pilzmycel dürfte vielleicht die Erscheinung erklären, dass einerseits im Herbstholze, wo die Harzkanäle häufiger sind, als im Frühjahrsholze die Zerstörung früher und schneller fortschreitet, dass anderseits dieselbe nicht gleichmässig schnell durch das ganze Gewebe, sondern fleckenweise beschleunigt wird. Von den Harzkanälen, die im Baum parallel den Holzfasern verlaufen, werden zuerst die Markstrahlen in die Zerstörung hineingezogen, welche durch ihre horizontal verlaufenden Harzkanäle in unmittelbarer Verbindung mit jenen stehen.

Von diesen aus greift die Zerstörung dann allseitig um sich. An Stelle der Markstrahlen tritt häufig ein Strang von bräunlichen oder weissen Mycelfäden, wie überhaupt alle Hohlräume dem Mycel die Gelegenheit zu üppigerer Entwicklung geben. In Folge der Zusammenziehung des Holzkörpers, welche mit der Fäulniss und dem Wasserverlust desselben verbunden ist, bilden sich nicht allein radial verlaufende Spalten, sondern es lösen sich sehr oft die äusseren Jahresschichten als Mantel von einem dickeren oder schwächeren Kerne ab. Es entstehen so Ringspalten, die wohl den Namen der Ringschäle veranlasst haben mögen. Die durch die Zusammenziehung des Holzes entstehenden Spalten und Risse bekleiden sich mit einer dickeren oder dünneren Haut von rostbraunen Pilzhypen, die besonders aus den Markstrahlen hervowachsen. Oft füllen sich weite Spalten mit Pilmasse aus (1 g. g.), welche dieselbe Zusammensetzung zeigt, wie die Substanz der Fruchträger (17 rechts). In späteren Entwicklungsstadien verschwinden diese Mycelmassen ebenso wie die Mycelfäden im Inneren der Holzfasern, indem sie selbst der Zersetzung anheimfallen. Diese wird dadurch eingeleitet, dass feine, farblose Pilzfäden, welche den braunen dicken Hyphen entspringen (17 a^x), einen äusserst zarten, weissen schimmelartigen Ueberzug über den braunen Mycelhäuten bilden, der endlich, nachdem das braune Mycelium verschwunden ist, auch wieder zerstört wird.

In der beschriebenen, mehrfach verschiedenen Weise entstehen im Kernholze des Baumes immer grössere und zahlreichere Löcher, bis ein vollständiges Hohlwerden eintritt und die Wandung des zurückbleibenden Baummantels nur von einem gelblichen Mehle (Harzpartikelchen) bekleidet ist. Ehe noch das Innere des Hauptstammes die höheren Zersetzungsgrade zeigt, lassen sich diese an manchen eingewachsenen Aststutzen (1 a.) bereits beobachten. Diese bilden nicht nur die einzige Brücke, auf welchen der Parasit von aussen in das Bauminnere eindringen, sondern auch in umgekehrter Richtung zur Entwicklung seiner Fruchträger, der sog. Schwämme gelangen kann. Diese ist bereits ausführlich beschrieben worden. Der Erwähnung werth ist noch der Umstand, dass auf der Grenze zwischen gesundem Splinte und verpilztem Kernholze eine pilzfreie Zone liegt, die sehr stark verkient ist. Ebenso ist in der Umgebung der Aststutzen, an denen Fruchträger hervorgekommen sind, das Holz völlig verkient und dunkel gefärbt (1). Es liegt die Annahme nahe, den Terpentingehalt dieses Holzkörpers dem Umstande zuzuschreiben, dass mit der Zerstörung der Harzkanäle im Innern des Baumes ein Ausfluss des Terpentins durch die radial verlaufenden Harzkanäle nach aussen stattgefunden hat.

Die Gegner der Ansicht, nach welcher die Krankheiten der Pflanzen durch parasitische Pilze erzeugt werden können, werden nicht verfehlen, auch die Rindschäle oder Rothfäule der Kiefer auf andere Ursachen zurückzuführen. Hohes Alter der Bäume und damit eintretende Functionslosigkeit des Kernholzes, schlechte oder zu gute Bodenbeschaffenheit, ungünstige Witterungsverhältnisse, welche das Holz eines Jahrringes nicht zur „Reife“ hat kommen lassen und andere unbegründete Vermuthungen werden von den meisten unwissenschaftlichen Praktikern weit lieber zur Erklärung der Rothfäule herangezogen werden, als dass sie ihr Vorurtheil gegen die Ergebnisse mikroskopischer Forschung und wissenschaftlicher Untersuchungsweise im Walde aufgeben. Dem wissenschaftlich gebildeten forstlichen Praktiker mag nur noch zur Erledigung jener angeführten Ansichten ent-

gegengehalten werden, dass hohes Alter des Holzes deshalb nicht die Ursache der Fäulniss sein kann, weil dieselbe oft schon am 60 jährigen Baume sich zeigt, während sie am 200 jährigen Baume nicht immer vorhanden ist, weil ferner nicht das älteste Holz des Baumes zuerst krank wird, sondern die Krankheit oft an den Aesten der Baumkrone beginnt.

Functionslosigkeit des Kernholzes ist ebenfalls nicht die Ursache, weil einerseits alsdann die Krankheit ganz allgemein mit einem gewissen Alter eintreten müsste, andernteils der Kern der Kiefer durchaus nicht functionslos ist. Um die Frage zu beantworten, ob der Kern der Kiefer noch saftleitend ist, lies ich im Frühjahr 1871 drei 110 jährige Kiefern von ca. 40 Ctm. Durchmesser des Holzkörpers bei 20 Ctm. Höhe über dem Boden ringsherum einsägen und zwar so tief, dass Stamm I. 13 Ctm. tief geschnitten, also nur $40 - 26 = 14$ Ctm. undurchschnittenen Kern behielt. Stamm II. wurde 10 Ctm. eingeschnitten, behielt $33 - 20 = 13$ Ctm. Kern. Stamm III, wurde 7 Ctm. eingeschnitten, behielt $40 - 14 = 26$ Ctm. Kern. Durch Einschieben von geöltem Papier in den Sägeschnitt wurde der etwaigen mechanischen Aufsaugung von Feuchtigkeit aus dem unteren Stammtheile entgegengewirkt.

Bei allen drei Stämmen war der Splint völlig durchschnitten, bei Stamm I. war nur eine im Verhältniss zum Baume äusserst geringe Grundfläche des innersten Kernes für die Saftleitung übrig geblieben.

Der Erfolg des Experimentes war, dass Stamm II. im völlig grünen Zustande am 21. September desselben Jahres durch einen Sturmwind geschmissen wurde; dass Stamm I. sich durch den Sommer 1871 und 1872 grün erhielt und im August 1872 vom Winde gebrochen wurde.

Stamm III. wurde dann von mir im September 1872 in noch völlig grünbenadeltem Zustande gefällt, um weitere Untersuchungen über den Wassergehalt des Holzes damit vornehmen zu können. Der Beweis der Säfteleitungsfähigkeit des Kiefern Kernholzes dürfte damit zur Genüge geliefert worden sein, wenn auch deshalb noch nicht bestritten werden soll, dass der Splint unter normalen Verhältnissen vorzugsweise den Saft leitet. Es kann somit auch nicht von einer Functionslosigkeit der Kernholzfasern gesprochen werden, die gewissermassen die Fäulniss als natürliche Folge nach sich ziehen.

In der Bodenqualität liess sich nach meinen Beobachtungen bisher ebenfalls kein genügendes Moment erkennen, welches zur Erklärung der Krankheit dienen kann. Schwammbäume sind mir auf Böden schlechtester und bester Qualität, auf trocknen, frischen ja auch nassen Böden vorgekommen. Da leider die Herren aus dem grünen Walde meiner auf der Swinemünder Forstversammlung in diesem Jahre ausgesprochenen Bitte, mir ihre Beobachtungen über das Auftreten der Rindschäle hinsichtlich der Bodenqualität mitzutheilen, nur in äusserst beschränkter Weise nachgekommen sind, so stehe ich nach dieser Richtung noch völlig isolirt mit meinen immerhin geringen persönlichen Erfahrungen. Nach diesen kommt die Krankheit wie schon gesagt, auf allen Bodenarten, am häufigsten aber auf den besten Bodenklassen vor, besonders auf Böden, die ebenfalls der Buche zugewiesen werden könnten.

Zieht man hierbei noch in Betracht, dass die Krankheit sich immer da besonders stark zeigt, wo der Bestand durch seine Exposition den Angriffen des Sturmes ausgesetzt ist, dass Bäume, welche in früheren Jahren mehrfache Astbrüche erlitten haben, besonders häufig rothfaul sind, dass endlich in einem Bestande

dessen Lage in der Nähe eines Dorfes zur Folge gehabt hatte, dass frevelhafter Weise starke Ausästungen in ihm vorgenommen waren, fast jeder Baum im Innern krank geworden war, so lassen sich alle diese Beobachtungen recht wohl aus dem Umstande erklären, dass der Infection durch die Sporen von *Trametes Pini* in diesen Fällen vielfache Gelegenheit durch frische Astbrüche geboten wurde. Es ist mir sehr unwahrscheinlich, dass die durch den natürlichen Unterdrückungsprocess absterbenden Aeste die Infection ermöglichen.

Fallen die unterdrückten Zweige und Aeste im trockenen Zustande ab, so bleiben allerdings auch kleine Aststutzen unter Umständen stehen oder es bilden sich Vertiefungen im Baume, die erst nach einigen Jahren überwallen. Die Spitze des im Stamme verbleibenden Aststutzes, mag derselbe noch so kurz sein, dürfte sich wohl immer in einem Zustande befinden, in welchem eine Entwicklung junger *Trametes*pflänzchen aus angeflogenen Sporen nicht stattfinden kann. Der Kern des Aststutzes ist schon vor dem natürlichen Abfalle des Astes verkient, der Splint durch andere, nur in todttem Holze vegetirende saprophytische Pilze stark zerstört, die Spitze des Aststutzes ist überhaupt abgestorben und vertrocknet.

Schützt sich also der Baum gegen die Infection dadurch selbst, dass die unterdrückten Zweige und Aeste vor dem Abfalle absterben, vertrocknen, verkiesen und durch andere saprophytische Pilze zerstört werden, so erklärt sich daraus die Thatsache, dass nicht alle Bäume im Laufe der Zeit rothfaul werden, dass in den angeführten Fällen die Krankheit besonders häufig und stark auftritt.

In der Nähe von Dörfern und Städten, wo durch Abhauen und Abbrechen grüner Aeste häufige frische Astwunden sich bilden, sind die Schwammbäume sehr verbreitet, so z. B. nahe bei Neustadt auf gutem und schlechtem Boden.

An frei liegenden Bestandesrändern, auf dem Winde exponirten Höhen und Hängen kommen bei Sturmwind häufigere Astbrüche vor als in geschützten Lagen, desshalb auch die häufigeren Schwammbäume in solchen Lagen.

Auf den besten Bodenklassen mit sehr kräftigem Wuchse und starker Kronenentwicklung dürften Astbrüche bei starkem Winde ebenfalls häufiger vorkommen, als auf den geringeren Bodenklassen, auf denen das engringige Holz der Aeste viel fester und widerstandsfähiger ist, als das breitringige Astholz der schnellwüchsigen Bäume.

Zu erwähnen ist noch, dass das Hervorbrechen der Fruchtträger an kranken Bäumen nur an solchen Aststellen stattfinden kann, an denen eine Ueberwallung noch nicht eingetreten ist. Der im Holze verborgene Theil des Aststutzes, soweit er noch lebend ist, wird vom Mycel des *Trametes* zerstört, und letzteres kann dann in seiner üppigen Entwicklung durch den morschen, verfaulten Theil des Aststutzes an dem Hervordringen nach aussen nicht verhindert werden.

Fragen wir nun zum Schluss, ob nach den erhaltenen Untersuchungsergebnissen sich Maassregeln gegen die Krankheit im forstlichen Betriebe ergreifen lassen, so ist diese Frage jedenfalls zu bejahen.

In erster Linie ist streng darüber zu wachen, dass das frevelhafte Abreissen und Abhauen frischer Aeste vermieden wird. Die in der forstlichen Praxis neuerdings mehrfach zur Ausführung gelangte Grünästung behuf Erzielung astreiner Nutzholzblöcke, erscheint mir dagegen vorläufig noch zulässig, wenn sie nur in jungen Stangenorten bis zu 30jährigem Alter zur Ausführung gebracht wird, weil einestheils die Aststutzen noch kein Kernholz führen, anderentheils die

Infection weniger drohend ist im Innern grösserer Jungholzbestände fern von älteren Schwammholzbäumen.

Es wird aber ein Gegenstand weiterer Beobachtungen und Experimente sein, diese Frage mit grösserer Sicherheit beantworten zu können, als es mir zur Zeit noch möglich ist.

Der Aushieb der Schwammbäume bei den Durchforstungen und den sogen. Totalitätshauungen ist entschieden anzuempfehlen und zwar aus doppeltem Grunde. Es werden damit die Sporen erzeugenden Schwämme entfernt, die, selbst wenn ein Abstossen derselben praktisch durchführbar wäre, sich in wenigen Jahren neu bilden. Mit der möglichst vollständigen Entfernung des Infectionsstoffes vermindert sich selbstredend die Gefahr der Erkrankung. Die Schwammbäume selbst werden bei frühzeitigem Hiebe in vielen Fällen noch werthvolle Nutzholzstücke, jedenfalls aber brennkräftigeres Holz liefern, als wenn sie bis zum Abtriebe stehen bleiben. Was an ihnen noch äusserlich an Masse zuwächst, bleibt in der Regel weit zurück gegenüber dem Verlust an Holz, der durch die sich von der Infectionsstelle ausbreitende Krankheit gleichzeitig im Innern herbeigeführt wird. Praktisch ausführbar ist die Maassregel, da bei dem alljährlichen Aushiebe der dürr gewordenen Stämme die Schwammbäume leicht aufgefunden und mit den übrigen Stämmen aufgearbeitet werden können.

Ist ein Bestand bereits so stark erkrankt, dass durch die Wegnahme der Schwammbäume erhebliche Lücken darin entstehen würden, so gebietet schon das finanzielle Interesse des Waldbesitzers, den Hieb des ganzen Bestandes möglichst schnell vorzunehmen, da der Werth des Holzes sich fortwährend vermindert.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. III. Fig. 1—19.)

Fig. 1. Stammausschnitt von einer rothfaulen Kiefer mit eingewachsenem alten Aststutze (a). Das Kernholz (b) ist roth gefärbt und zeigt zahlreiche weisse Flecke und Löcher theils gleichmässig zerstreut, theils in schmalen und breiten Zonen gehäuft. Auf der Grenze zwischen dem gesunden, weissen Splinte (d) und dem zerfressenen Holze zeigt sich eine rothbraune noch feste Zone (c), die nach innen sehr pilzreich, nach aussen pilzfrei aber stark verkient ist. Ringförmige Hohlräume, durch die Zusammenziehung des kranken Holzes entstanden, sind mit braunen zunderartigen Mycelmassen (g. g.) erfüllt. Zwischen der Borke und dem den Aststutz umgebenden Holzkörper hat sich in Folge des daselbst aufgehörenden Dickenwachsthums ein Raum (e) gebildet, welcher von braunem Pilzmycel völlig ausgefüllt worden ist. An dem durchschnittenen Fruchträger der *Trametes Pini* kann man einen Theil der hier ausnahmsweise schrägen sterilen Oberseite mit den concentrischen tiefen Furchen und den Längsrissen, sowie einen Schnitt durch das Innere erkennen. Die Röhren sind nur im untersten Theile leer. Das Alter desselben berechnet sich nach der Zahl der Jahrringe, die in dem Raume e fehlen, auf 50 Jahre.

Fig. 2. Jugendlicher Fruchträger von einem Kiefernaste. Die Borkeschuppen in der Umgebung des noch nicht überwallten Zweigstutzes sind durch das zwischen ihnen gleichsam hervorquillende Mycel auseinandergedrängt und von der Unterlage abgehoben. Die frei hervorsehende Oberfläche zeigt das erste Entwicklungsstadium der Röhren in Gestalt zahlreicher kleiner Grübchen.

Fig. 3. Aelteres Entwicklungsstadium eines Fruchträgers. Der Wulst in der Umgebung der Hymenialfläche ist am oberen Rande (b) sehr stark, an den übrigen Seiten (a. a.) nur schwach. Die in der Peripherie als kleine Grübchen (i) immer neu sich nachbildenden Röhren vertiefen sich durch fast lothrechte Verlängerung der Wandungshyphen, in Folge dessen bei sehr steriler Richtung der Hymenialfläche die Mündungen der Röhren eine langgestreckte Gestalt annehmen.

Fig. 4. Ein älterer consolenförmiger Fruchträger in Seitenansicht.

Fig. 5. Ein ähnlicher Fruchträger durchschnitten. Der sich alljährlich vergrößernde Wulstrand in der Umgebung der Hymenialfläche bildet die sog. Markschicht (a. a.). Die Hyphen derselben biegen sich theils nach der Hymenialfläche hin und erzeugen auf ihrer Oberfläche neue Grübchen (i), theils biegen sie sich nach aussen und enden in der bald verwitternden sterilen Oberseite (b. b^x) oder legen sich den Borkeschuppen des Baumes eng an. Der einem Kugelausschnitte nicht unähnliche Raum zwischen der Markschicht wird von dem Hymenophorum eingenommen, dessen Röhren (d) lothrecht verlaufen, nach einigen Jahren durch den Wandungen entspringende Hyphen verstopft werden, so dass nur der jüngste Theil (c) derselben offen ist und Sporen erzeugt.

Fig. 6 und 7. Ein sehr alter Fruchträger, der wie Fig. 7 im Durchschnitt zeigt, nicht in normaler Weise sich ausgebildet hat, sondern in früheren Zeiten einmal arg beschädigt worden ist, so dass eine völlig neue Hymenialschicht auf dem am Baume verbliebenen Theile desselben sich gebildet hat. Die Richtung der Röhren ist in Folge dessen nicht lothrecht, sondern eine schräge und nicht überall gleiche. Die Hymenialfläche ist stellenweise völlig abgestorben, verwittert oder von Insecten zerfressen (a. a.). Stellenweise ist sie normal ausgebildet (b. b.) mit offenen Kanälen. Der grössere Theil der Oberfläche zeigt sammetartige Polster (c. c.), dadurch entstanden, dass aus dem Inneren der Kanäle heraus eine üppige Entwicklung von Mycel stattgefunden hat. Auf der Oberfläche der Polster entstehen stellenweise wieder neue Grübchen (d), wodurch eine Regeneration des Fruchträgers herbeigeführt ist.

Fig. 8. Längsschnitt durch den jüngsten Theil einer Röhre. (a) Die jüngste Spitze der Röhrenwandung, deren periodisch unterbrochenes Wachsthum durch die hellere Färbung der jüngeren Theile sich zu erkennen giebt. Die hymeniumtragende Wandung (Hymenophorum) besteht aus mehr oder weniger parallel laufenden Hyphen (b), von denen späterhin Seitenzweige in die Röhre hineinwachsen und dieselben völlig verstopfen (c). Die Oberfläche der Wandungen ist mit zahlreichen lang pfriemenförmigen Haaren und mit Basidien bekleidet (d. d.)

Fig. 9. Ein Theil der Hymenialschicht und des Hymenophorum. Fig. 8 bei x vergrößert. Die Wandungshyphen treten schräg über die Hymenialfläche hervor und erweitern sich zu pfriemenförmigen Haaren (a). Von anderen Hyphen erheben sich Seitenäste rechtwinkelig zur Oberfläche der Wandung, die an der Spitze zu keulenförmigen Basidien (b) anschwellen. Diese tragen zum Theil je vier Sterigmen mit Sporen in verschiedenen Entwicklungsstadien (c. c.)

Fig. 10. Ein tiefer im Inneren der Röhre entnommener Theil zur Zeit des Wachstums der Fruchträger. Die Hymenialschicht ist im Laufe der Jahre dicker geworden, indem jährlich zwischen den alten Basidien (c. c.) neue hindurchwachsen (b. b.), welche auf zum Theil langen Hyphenzweigen in die Röhre hineinragen. Die Bedeutung mancher abnormer Bildungen (d. d.) ist unbekannt. Die ältesten Haare sehen zum Theil nur mit der Spitze über die Hymenialschicht hervor. Neue Haare (a^x a^{xx} a^{xxx}) sind in der Entstehung begriffen. Einzeln und büschelweise (e. e.) wachsen dicke Hyphen aus der Wandung hervor, welche zu der verfilzten Ausfüllungsmasse der Röhren werden. Auch diese Hyphen entwickeln im Grunde der Röhre vor Abschluss jeder Wachstumsperiode pfriemenförmige Haare (8 e.).

Fig. 11. Reife Sporen, anfänglich farblos, in höherem Alter braun gefärbt.

Fig. 12. Gekeimte Spore aus dem Inneren einer Röhre mit abgerissener Spitze.

Fig. 13. Hyphenenden des Sammetpolsters, wie sie sowohl am Rande der Fruchträger (3 b.) als auch an der Spitze der Röhrenwandungen (8 a.) im Ruhezustande gebildet sind. Die Endzellen sind meist einfach cylindrisch, an der Spitze abgerundet (a. a.), theils mit eigenthümlichen Häkchen (b. b.) versehen, die bei (c. c.) noch im Entstehen sind. Andere Hyphen enden pfriemenförmig (d) oder rundliche sporenartige Erweiterungen (e) tragend. Zuweilen werden cylindrische Zellen auf langen fadenförmigen Hyphenspitzen getragen (ff.). Die Oberfläche einzelner Hyphen ist mit Körnchen (Krystallen?) bedeckt (d).

Fig. 14. Hyphenenden des im Wachsthum befindlichen Sammetpolsters. Aus den abgebrochenen Enden tritt der Innenschlauch (a. a.) als neue zarte Hyphe hervor (a. b.). Andere Hyphen verlängern sich unmittelbar.

Fig. 15. Ein Stück rothfaulen Kiefernholzes mit zahlreichen Löchern, deren Wandungen weiss gefärbt sind.

Fig. 16. Radialschnitt durch Kiefernholz, welches ein Jahr zuvor künstlich inficirt worden war. Die Mycelfäden besonders in den Markstrahlen reich entwickelt, noch plasmaführend, farblos, durchbohren die Wandungen. Einzelne feinere Fäden (c. c.) entspringen den 3 Mik. dicken Hauptfäden.

Fig. 17. Rothfaules Kiefernholz. Viele Hyphen sind bereits wieder verschwunden, was an den zahlreichen Löchern in der Wandung (c. d.) zu erkennen ist. Braungefärbte ältere Hyphen finden sich neben farblosen jungen (g) vor. Feine Fäden (e. e.) entspringen auch hier den dickeren. Rechts hat eine sehr üppige Entwicklung des Pilzes stattgefunden, in Folge dessen die Faserwandungen stärker zerstört und in Stücke zerbrochen sind (i. f.). Bei a. a. hat in einer durch Zusammentrocknen entstandene Höhlung die Wandung sich mit brauner Mycelhaut bekleidet, deren Fäden in weiteren Zersetzungsstadien wieder farblos (b. b.) und durch dünnere Hyphen ersetzt werden.

Fig. 18. Rothfaules Kiefernholz (Fig. 15 x). Der noch braun gefärbte mürbe Holzkörper zeigt siebartig durchlöcherzte Zellwandungen. Die Bohrlöcher und Tipfel sind vergrößert, im Durchschnitt (d. d.) innerhalb der Verdickungsschicht jeder Wandung bauchig erweitert. Nahe der Höhlung verschwindet die Celluloseschicht und die Primärwandung plötzlich (b) und bleiben nur die inneren Grenzhäute jeder Faser (ff) übrig. In diesem Stadium finden sich fast nur noch sehr feine, farblose Pilzfäden (g) vor. Die völlige Auflösung zeigt h, wo selbst

die zarte Grenzhaut in die kleinsten Moleküle zerfällt. i deutet den inneren leeren Raum des Loches an. k zeigt einen ebenfalls häufigen Auflösungszustand der Zellwand. Die Harzpartikelchen in den Markstrahlen (e. e.) der Harzkanäle oder Holzfasern widerstehen allein der Zersetzung.

Fig. 19. Das gelbliche Mehl, welches als Endproduct des Fäulnisprocesses übrig bleibt und nur aus Harz und einigen Pilzfäden besteht.

Trametes radiciperda. R. Hrtg.

(Taf. III. Fig. 20—29.)

Bei der Untersuchung der am Harzsticken getödteten Bäume fand ich viele im kräftigsten Wuchse plötzlich abgestorbene Pflanzen, an denen nicht nur das charakteristische Mycelium, welches oben als *Rhizomorpha fragilis* beschrieben worden ist, fehlte, sondern auch ein Harzausfluss gar nicht oder doch nur in sehr geringer Menge am Wurzelstock zu bemerken war. Uebereinstimmend mit jener Krankheit war nur das plötzliche Absterben oft mitten in der Entwicklung der neuen Triebe.

An jungen 5—20 jährigen Kiefern, ferner an Wachholdern, endlich auch an verschiedenen Laubhölzern z. B. der Rothbuche, dem Weissdorn *Crataegus monogyna* und *Cr. Smithii* habe ich diese Krankheit in der Nähe von Neustadt-Eberswalde vielfach beobachtet und in jedem Falle an den Wurzeln oder am Wurzelstock einen Pilz gefunden, welcher durch sein Auftreten unter dem Boden den Augen der Mycologen bisher sich entzogen zu haben scheint.

Da ich denselben für die Ursache des plötzlichen Absterbens halte, lasse ich dessen Beschreibung hier folgen.

Das Mycelium.

Das Mycelium des Pilzes, welches im Bast und Holzkörper der befallenen Pflanzen sich entwickelt, hat grosse Aehnlichkeit mit dem von *Trametes Pini*.

Es ist aber stets farblos, während jenes unter Umständen braune Färbung annimmt.

Die Hyphen sind sehr sparsam septirt (Taf. III. 28, 29) und reich verästelt. Von den dickeren Hyphen, welche bis 2 Mik. Durchmesser erlangen, entspringen wie bei *Tram. Pini* feinere Fäden (Taf. III. 29).

Die Wandungen treten nur dann als doppelt contourirte hervor, wenn die Hyphen inhaltslos sind.

Die dicken und dünnen Fäden durchbohren die Wandungen der Holz- und Bastorgane mit der grössten Leichtigkeit, bilden in Lücken des abgestorbenen Bastkörpers oft eine locker verfilzte Pilzmasse, die aus Rinde- und Borkerissen der Wurzeln hervordringt und unregelmässig geformte, von Sandkörnchen meist inkrustirte, gelblich weisse Klümpchen bildet, aus denen hier und da die Fruchträger des Pilzes hervorgehen (21 a).

Fruchträger und Fortpflanzungsorgane.

Die Fruchträger entstehen mit Vorliebe am Wurzelstock der befallenen Pflanzen (20 a. b.), da wo die Humus, Moos oder Grasdecke des Bodens deren Entwicklung durch Conservirung einer gewissen Feuchtigkeit begünstigt. Oft sieht man sie aber auch an den Wurzeln und zwar in einer Tiefe von 1—2 dm. an Seitenwurzeln, weit entfernt vom Wurzelstock. Sie stehen seltener einzeln, meist gehäuft (20 a.) und bilden dann traubenähnliche Massen von gelblich weisser oder schneeweisser Farbe.

Das zwischen den Rinderissen hervorkommende Mycelium erscheint äusserlich in Gestalt kleiner Kügelchen von Stecknadelknopfgrösse (21 a.) einzeln oder zu mehreren vereinigt. Dieselben verschmelzen dann oft zu einem einzigen Fruchträger (21 b.), auf dessen Oberfläche mit Ausnahme des stark wulstigen Randes die Hymeniumtragenden Röhren in derselben Weise entstehen, wie bei *Tram. Pini* beschrieben ist. Die Hyphenenden des Polsters zeigen dieselben mannigfach verschiedenen Bildungen (27) welche für *Tram. Pini* (13) beschrieben worden sind. Die sterile Oberfläche durch graue Farbe von dem schneeweissen übrigen Theile des Trägers unterschieden, zeichnet sich durch das Vorhandensein einer Art Rinde aus.

Ueber dem dicht verfilzten weissen Gewebe des Markkörpers (27 a.) lagert eine Schicht von unentwirrbaren, dunkler gefärbten Hyphen (27 c. c.), durch welche rechtwinklig aus dem Inneren die vorerwähnten Hyphen (27 b.) hindurchwachsen. Das Wachsthum des jungen Fruchträgers ist von dem des *Tram. Pini* wesentlich unterschieden, indem der Randwulst im ganzen Umfange der Hymenialfläche gleichmässig stark ist und sich centrifugal, dem Rindekörper der Pflanze anschmiegend vergrössert. Nach Erreichung einer gewissen Flächengrösse (21 c.) beschränkt sich das Wachsthum nur auf das Hymenophorum. Die Kanäle verlängern sich durch Wachsthum der Wandungen an deren Spitze, die Consolenform, welche für die meisten *Trametes*- und *Polyporus*-arten so charakteristisch ist, scheint bei dem vorliegenden Pilze gar nicht vorzukommen. Bei älteren mehrjährigen Fruchträgern stirbt die Hymenialfläche zum Theil ab (22, 23).

Neubildungen derselben Art, wie bei *Trametes Pini* (6, 7) finden auf derselben statt.

Der innere Bau ist von dem des *Tram. Pini* völlig verschieden. Die Hyphen verlaufen nicht parallel, sondern sind nach allen Richtungen hin verworren unter einander verflochten (24, 25), ohne dass irgend eine Richtung als vorherrschende zu erkennen wäre. Die Verästelung ist weit reicher, die Septirung sparsamer.

Die Hymenialschicht, welche die Wandung der Kanäle bekleidet, ist sehr wenig abgegrenzt gegen das Gewebe des Hymenophorum. Tief aus dem Inneren desselben treten rechtwinklig zur Oberfläche der Wandung Hyphen hervor, die an der Spitze allmählig keulenförmig sich verdicken und zu Basidien werden (25 a.). Von ihnen bildet aber nur ein geringer Theil Sterigmen und Sporen. Letztere (26) sind weiss, etwas kleiner als die Sporen von *Tram. Pini*, von wenig constanter Grösse und Form. Haarbildungen fehlen gänzlich, dagegen treten mehrfach Hyphen über die Hymenialschicht hinaus ins Innere des Kanals, die im Vereine mit später nachwachsenden Hyphen eine Ausfüllungsmasse darstellen, welche den älteren Theil der Röhren gerade so verstopft (24 c.), wie dies bei den Fruchträgern von *Tram. Pini* der Fall ist. Ein wie hohes Alter der jedenfalls perennirende Pilz zu erreichen vermag, muss vorläufig unbestimmt gelassen werden.

Lebensweise des Parasiten.

Ueber die Lebensweise des Pilzes lässt sich zur Zeit noch wenig sagen. Kiefern, welche sehr bald nach dem Absterben untersucht wurden, liessen erkennen, dass der ganze Holz- und Rindekörper der Wurzeln vom Mycelium befallen war. In den Holzfasern (29) erkannte ich nicht nur die verschieden starken Mycelfäden, sondern auch die Löcher welche von denselben in die Wandungen gebohrt waren. Die tödliche Wirkung beruht aber in der Zerstörung des Bast- und Rindekörpers (28), da mit dessen Absterben die Saftaufnahme der Wurzeln aufhören muss. Der Umstand, dass Pflanzen, welche bisher im kräftigsten Wuchse gestanden haben, plötzlich absterben, spricht für eine sehr schnelle Verbreitung des Mycels in den Wurzeln, die Erscheinung, dass in der Nähe einer abgestorbenen Pflanze in den nächsten Jahren die Nachbarpflanzen derselben Krankheit unterliegen, deutet den ansteckenden Charakter derselben an. Sowohl im Laubholze als im Nadelwalde sind mir ziemlich grosse Lücken bekannt, auf denen die Pflanzen nach und nach abstarben, stets den beschriebenen Pilz zeigend.

Wie die Infection stattfindet, ob durch Verbreitung des Mycels im Boden oder durch die Sporen, ist mir noch unbekannt. Ausreissen oder Ausroden der Pflanzen erscheint jedenfalls rathsam.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. III. Fig. 20—29.)

Fig. 20. Wurzelstock einer jungen Kiefer mit kräftig entwickelten Fruchträgern der *Trametes radiciperda*.

- a. Traubenförmig gehäufte junge Fruchträger.
- b. Aeltere Fruchträger.

Fig. 21. Verschiedene Entwicklungszustände von Fruchträgern.

- a. Schneeweisse junge Fruchträger einzeln oder gehäuft.
- b. Aus der Verwachsung mehrerer hervorgegangener Träger mit entstehender Hymenialfläche.
- c. Fruchträger (doppelte Grösse) mit dickem Wulstrande.

Fig. 22 und 23. Alter mehrjähriger Fruchträger in Vorderansicht und durchschnitten, dessen Hymenialfläche bei a. a. bereits steril und verwittert ist, dessen Röhren an anderen Stellen (b. b.) noch offen und sporenbildend sind.

Fig. 24. Der offene Theil einer Röhre durchschnitten. a. a. die wachsenden Spitzen der Wandung. b. b. das Hymenophorum, welches aus vielfach verschlungenen sich kreuzenden Hyphen besteht. c. das Ausfüllungsgewebe. d. die Hymenialfläche.

Fig. 25. Ein Theil des Hymenophorum und der Hymenialfläche im Durchschnitt vergrössert. Die an der Spitze allmählig keulenförmig verdickten Basidien (a) kommen aus dem Innern des verfilzten Wandungsgewebes hervor. Die Hyphen sind etwas dicker, als die dicksten Mycelfäden, weiss, verästelt, sparsam septirt.

Fig. 26. Sporen.

Fig. 27. Durchschnitt durch den sterilen Theil des Randwulstes vom Fruchträger. Aus dem Filzgewebe (a. a.) erheben sich gegen aussen Hyphen mit cylindrischen, häkchen- oder pfriemenförmigen Endgliedern (b. b.). Das Filzgewebe wird äusserlich von einer dunkler gefärbten Rinde (c. c.) bekleidet.

Fig. 28. Bast von der Wurzel einer durch *Tram. radicip.* getödteten Kiefer. Das Mycel besteht aus dickeren und dünneren Hyphen und entwickelt sich vorzugsweise im Bastparenchym, dessen Zellwände durchlöchert sind.

Fig. 29. Wurzelholzfasern der Kiefer mit Mycelium von *Tram. rad.*

Aecidium (Peridermium) Pini Pers.

(Taf. IV.)

Der Kiefernblasenrost.

Erzeuger des Kiefernadelrostes, des Krebses, Brandes oder der Räude der Kiefer und des Kienzopfes.

Das Aecidium Pini gehört zu den bekanntesten Rostpilzen der Nadelhölzer; die Krankheitserscheinungen, die durch diesen Parasiten hervorgerufen werden, sind den Forstleuten im Walde so häufig entgegengetreten, dass sie deren Aufmerksamkeit in hervorragendem Maasse in Anspruch genommen haben. Da eine genauere wissenschaftliche Untersuchung weder des Pilzes, noch jener Krankheiten bisher stattgefunden hat, ja die letzteren nur zum Theil in Zusammenhang mit dem ersteren gebracht worden sind, so dürften die nachfolgenden Untersuchungsergebnisse geeignet sein, eine wesentliche Lücke in der Kenntniss der Krankheiten der Kiefer auszufüllen. Zur Orientirung des mycologisch nicht gebildeten Theiles der geehrten Leser mögen einige Bemerkungen über die Rostpilze vorangesandt werden.

Allgemeines über Rostpilze.

Die Rostpilze, Uredineae, zu denen der Kiefernblasenrost gehört, besitzen nach den interessanten Untersuchungen von de Bary u. A. einen ausgezeichneten Generationswechsel.

Meist kommen dieselben in drei verschiedenen Formen vor, von denen jede durch einen besonderen Entwicklungsgang ihrer Fructifikationsorgane ausgezeichnet ist.

Zu gewissen Zeiten werden von den Rostpilzen sogenannte Dauersporen (Teleutosporen) erzeugt, derbwandige Sporen, die einzeln oder paarweise über-

einanderdarstehend von ihren Trägern nicht abfallen, meist auf den Pflanzen, auf denen der Parasit sich entwickelte, überwintern (*Puccina*, *Melampsora*) und im Frühjahr zur Keimung gelangen. Die Dauersporen treiben alsdann einen dicken Schlauch (*Promycelium*), welcher nach bald begrenztem Längewachsthum ein bis vier pfriemenförmige Zweige aussendet, deren jeder an seiner Spitze eine kleine ovale oder nierenförmige Spore (*Sporidie*) abschnürt. Gelangen die Sporidien auf die ihnen zusagende Nährpflanze, so treiben sie kurze Keimschläuche, welche die Wände der Epidermiszellen durchbohren, um im Blatt- oder Rindenparenchym ein Mycelium zu entwickeln, dessen Sporenlager in Gestalt von Aecidien und Spermogonien äusserlich hervorbrechen. Erstere sind dadurch ausgezeichnet, dass die von den Basidien der Hymenialschicht abgeschnürten Sporenreihen durch eine häutige Hülle (*Peridie*) umgeben sind, (*Aecidium Pini*). Die Aecidiensporen senden ihre Keimschläuche in die Spaltöffnungen der Nährpflanze, auf welche sie angewiesen sind, um in den Intercellularräumen derselben ein neues Mycelium zu erzeugen. Das Fruchtlager, welches von diesem erzeugt wird, heisst *Uredo*, ist polsterförmig; die Sporen (Sommersporen, *Uredosporen*) werden einzeln oder reihenweise auf keulenförmigen Trägern abgeschnürt.

Bei manchen Rostpilzen keimen sie sofort, wie die *Aecidium*sporen und senden ihre Keimschläuche ebenfalls in die Spaltöffnungen der Nährpflanze, wo sie nach etwa 8 Tagen wiederum *Uredofruchtlager* erzeugen. Letzteren fehlt meist die für die Aecidien charakteristische *Peridie*. Während des Sommers reproduciren die *Uredosporen* fortwährend dieselbe Form des Pilzes, wodurch der Rost sich schnell auszubreiten vermag. Im Spätherbste erzeugt dann dasselbe Mycelium, welches *Uredosporen* producirt, wieder *Teleutosporen*, welche überwintern.

Rostpilze mit vollkommenem Polymorphismus haben mithin drei Formen, nämlich: *Teleutosporenfruchtlager*, Aecidien und *Uredopolster*. Dahin gehört z. B. *Puccinia graminis* mit *Aecidium Berberidis* und *Uredo linearis*.

Für einige Rostpilze ist aber nachgewiesen, dass ausser den *Teleutosporen*, die wahrscheinlich niemals fehlen werden, nur noch Aecidien oder nur *Uredosporen* erzeugt werden oder dass die *Teleutosporen* direct durch die an ihrem *Promycelium* entstehenden Sporidien dieselbe Pilzform erzeugen (*Chrysomyxa*).

Die Rostpilze der Nadelhölzer, deren Zahl bis jetzt eine ziemlich geringe ist, theilt Rees*) in vier Sectionen, die nach dem Grade der Vollständigkeit unserer Kenntniss vom Generationswechsel gebildet sind.

I. Arten mit abgeschlossenem Generationswechsel.

Die *Teleutosporen*formen schmarotzen auf *Juniperus*arten, die zugehörigen Aecidienformen auf *Pomaceen*arten.

1. *Gymnosporangium fuscum* Oersted auf *Juniperus Sabina* etc. mit *Roestelia cancellata* auf *Pyrus communis* etc.
2. *Gymnosporangium clavariaeforme* Oersted auf *Junip. communis* mit *Roestelia penicillata* auf *Pyrus Malus*, *Crataegus* etc.
3. *Gymnosporangium conicum* Oersted auf *Juniperus communis* mit *Roestelia cornuta* auf *Sorbus aucuparia* etc.

*) Die Rostpilzformen der deutschen Coniferen. Halle 1869.

II. Isolirte Teleutosporenformen mit directer Reproduction.

4. *Chrysomyxa Abietis* Ung. auf *Abies excelsa*.

III. Isolirte Aecidien noch unbekannter Teleutosporenarten.

A. Formen der Gruppe *Peridermium* Fr. (Rinden und Nadelbewohner).

5. *Aecidium elatinum* A. & S. auf *Abies pectinata*.
6. *Aecidium Pini* Pers. auf *Pinus sylvestris*.
7. *Aecidium abietinum* A. & S. auf *Abies excelsa*.
8. *Aecidium columnare* A. & S. auf *Abies pectinata*.
9. *Aecidium coruscans* Fr. auf *Abies excelsa*.

B. Zapfenbewohnende Formen.

10. *Aecidium conorum* Piceae Rss. auf *Abies excelsa*.
11. *Aecidium strobilinum* Rss. auf *Abies excelsa*.

IV. Isolirte Uredoformen unbekannter Teleutosporenarten.

12. *Caeoma pinitorquum* A. Br. auf *Pinus sylvestris*.
13. *Caeoma Abietis pectinatae* Rss. auf *Abies pectinata*. Dazu
14. *Caeoma Laricis* R. Hrtg. auf *Larix decidua*.

Die vorstehende Uebersicht zeigt, wie wenig wir bis jetzt mit dem Entwicklungsgange der Nadelholzrostpilze vertraut sind, da wir zu den Arten 5—14 mindestens noch eine, die Teleutosporen erzeugende Form auffinden müssen. Vorausichtlich sind diese schon bekannte Pilze, deren genetischer Zusammenhang mit den vorbenannten Pilzformen nur nachgewiesen werden muss. Erst dann, wenn der Entwicklungsgang der Rostpilze völlig aufgeschlossen ist, wird es möglich sein, die Frage zu beantworten, welche Maassregeln zur Bekämpfung der durch sie erzeugten Krankheiten die zweckmässigsten sind.

Es ist mir bisher nicht geglückt, den Generationswechsel des *Aecidium Pini* zu entdecken, die nachfolgenden Mittheilungen beziehen sich nur auf die Aecidienform dieses Parasiten.

Derselbe tritt sowohl an den Nadeln der Kiefer (*acicola*), wie an der Rinde derselben (*corticola*) auf.

Obgleich in mehrfacher Beziehung von einander verschieden, hat man die beiden Formen doch nur als Varietäten derselben Art aufgefasst, deren Verschiedenheiten durch die Gewebsarten bedingt werden, in denen sie sich entwickeln. Meine Ansicht darüber, ob die nadel- und die rindenbewohnende Form zwei selbstständige Arten seien oder nicht, werde ich erst weiter unten aussprechen und vorläufig beide Formen zusammenfassen.

Das Mycelium.

Das Mycelium des *Aecidium Pini* vegetirt nach meinen Erfahrungen in den Nadeln von *Pinus silvestris* und *Laricio austriaca*, sowie im Rinde, Bast und Holzkörper von *Pinus silvestris* und *Strobus*.

Es besteht aus Hyphen von 3,5—4,5 Mik. Querdurchmesser, welche im jugendlichen Zustande mit farblosem Plasma erfüllt sind und keine doppelt contourirte Wandung zeigen (Fig. 18, 19 a. 21 c.). Aeltere Fäden sind deutlich doppelt contourirt, zeigen reichliche Querwände, vielfache Verästelungen und farblose, nur in der Nähe der Aecidienfruchtlager goldgelb gefärbte Oeltropfen (Fig. 13, 14, 15, 18, 28 etc.)

Endlich tritt an Stelle des rein plasmatischen Inhaltes reichlicher Zellsaft, welcher den Innenraum der Hyphen zum grössten Theil einnimmt, während das Plasma an die Wandung gedrängt wird und die einzelnen Zellsaftbläschen von einandertrennt, in Folge dessen eine scheinbare Septirung der Hyphen sich einstellt (Fig. 21).

Die Mycelfäden sind intercellular, drängen sich zwischen die Parenchymzellen der Nadel, der Rinde, des Bastes und der Markstrahlen des Bast- und Holzkörpers, zwischen die Siebfasern des Bastes, aber nicht zwischen die Holzfasern (Fig. 19a.—22a.). Zuweilen werden die Zellen des Parenchymgewebes durch üppige Mycelentwicklung völlig auseinandergedrängt (Fig. 19 a.). In das Innere der Parenchymzellen, (nicht der Fasern) werden zahlreiche kleine Zweige (Haustorien) eingebohrt (Fig. 19, 21, 22, h. h.), welche die Umwandlungen des Zelleninhaltes vermitteln, die wir später kennen lernen werden. Das Mycel ist perennirend, vermag unter Umständen ein Alter von 70 und mehr Jahren zu erreichen. In den Nadel der Kiefer erreicht dasselbe ein höchstens 2jähriges Alter, weil die befallenen Nadeln auch ohne Parasit am Schlusse des dritten Sommers absterben und abfallen. Das Mycelium der rindenbewohnenden Form verbreitet sich von der Infectionsstelle aus jährlich im Baste und Cambium radial weiter, bis dasselbe den ganzen Stamm umklammert hat, worüber unter Umständen lange Zeit vergeht.

Unterschiede im Mycel der beiden Formen *acicola* und *corticola* sind nicht bemerkbar.

Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane.

Auf das Erscheinen der Spermogonien und Aecidien der nadelbewohnenden Form hat die Witterung einen grossen Einfluss, während die Fructificationszeit des Rindenblasenrostes davon ziemlich unabhängig zu sein scheint.

Im Jahre 1872 lockte das warme Frühjahr bereits im April die Aecidien und Spermogonien der Nadeln hervor, während erst Anfang Juni die Aecidien der Rinde sich zeigten.

Im Jahre 1873 verzögerte die kühle Witterung die Entwicklung des Nadelrostes bis Mitte Mai und noch Mitte Juni fanden sich einzelne nicht verstäubte

Accidien auf den Nadeln. Die Form *corticola* dagegen kam genau zu derselben Zeit zur Entwicklung, wie im Jahre 1872. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Form *acicola* im Laufe des Monat Mai, die Form *corticola* im Laufe des Juni fructificirt.

Die Angabe von Reess: „Die Accidien erscheinen auf den Nadeln im Juni und Juli“ ist darnach zu berichtigen.

Die Spermogonien, welche der Entwicklung der Accidien einige Zeit vorangehen, waren bisher nur für die *acicola* bekannt aber nicht näher untersucht. Sie bilden mehr oder weniger zahlreiche (bis 50 auf einer Nadel) bis 1 Mm. lange gelbbraune Flecke (Fig. 1 b.), die besonders auf der Innenseite, in geringerer Zahl auch auf der Aussenseite der ein- und zweijährigen Nadeln unregelmässig zerstreut sind. Sie erheben sich flach kegelförmig über die Oberfläche der Nadel, durchbrechen später in einem schmalen Längsrisse die Epidermis, um die Spermastien frei zu lassen. Der Bau der Spermogonien (Fig. 15) zeigt nichts eigenthümliches wodurch sie sich von den Spermogonien der meisten anderen Uredineen auszeichnen. Die Mycelhyphen bilden zwischen dem Blattparenchym und der Epidermis, welcher die dickwandige, bastfaserähnliche subepidermoidale Zellschicht anliegt, ein Pseudoparenchym (Fig. 15 b. b.), von dessen oberer Fläche zahlreiche feine, der Spitze des stumpf kegelförmigen Spermogoniums sich zuneigende Hyphen entspringen. An der Spitze dieser werden die äusserst kleinen 1—2 Mik. langen eiförmigen Spermastien (Fig. 16) abgeschnürt, die dann zu beiden Seiten des Spaltes auf der Aussenfläche des Blattes sich ablagern.

Die Entdeckung der Spermogonien für die rindenbewohnende Form verdanke ich einer Zusendung des Förster Koltermann zu Wildenbruch, dem ich bei dieser Gelegenheit meinen Dank für seine wiederholten interessanten Mittheilungen und Zusendungen auszusprechen mir erlaube. Derselbe sandte mir einen von *Accidium Pini* befallenen Zweig einer 14jährigen Weymouthskiefer, auf dessen Rinde zwischen den grossen Accidien zerstreut rundliche, etwa erbsengrosse glatte Stellen durch etwas dunklere Färbung sich zu erkennen gaben (Fig. 7 b. b.). Besonders häufig traten diese Flecke auf der Grenze zwischen dem befallenen und gesunden Theile der Rinde auf. Nachdem ich diese Flecke als Spermogonien einmal erkannt hatte, fand ich dieselben auch an der Rinde der gemeinen Kiefer auf, wo sie allerdings weit schwerer zu erkennen sind (Fig. 2 b.), da der Unterschied in der Färbung ein äusserst geringer ist. Die Spermogonien der *corticola* nehmen einen rundlichen Fleck von 3—7 Mm. Durchmesser ein.

Auf der Grenze zwischen Rindenparenchym (Fig. 20 a.) und Peridermschicht entwickelt sich eine in der ganzen Ausdehnung des Spermogoniums ziemlich gleiche Schicht von ca. 40 Mik. Höhe (Fig. 20 c. c.), die nach innen aus einem Pseudoparenchym besteht, ähnlich dem der Fig. 15 b. gezeichneten, von dem feine parallele Hyphen rechtwinklig zur Oberfläche sich erheben und die Korkschicht von der Rinde abdrängen. Letztere löst sich im Umfange des Spermogonienlagers los, so dass dasselbe ganz frei gelegt wird und die Spermastien unbehindert entwickeln kann, oder es bleibt das ganze Lager von der Korkschicht bedeckt.

Hier und da bemerkt man bei älteren Spermogonien kleine punktförmige Durchbrechungsstellen der Korkschicht (Fig. 20 d.), durch welche fremde Pilze nach aussen hervorbrechen. In der Zeichnung ist der von diesen Inquilinen eingenommene Raum frei gelassen. Zweifelhaft ist mir aber, ob diese Durch-

brechungsstellen als natürliche Ausschlüpfungsöffnungen der Spermastien betrachtet werden müssen, oder ob sie nur zufällig sich einfinden.

Die Aecidien der *acicola* stehen zwischen den Spermogonien in meist geringerer Anzahl (selten über 15) auf den ins zweite und dritte Jahr eintretenden Nadeln. Da die befallene Nadel durch den Parasiten nicht getötet wird, so stehen auf dreijährigen Nadeln die neuen Spermogonien und Aecidien sehr oft zwischen den durch die vorjährigen Fruchträger erzeugten schwarzbraun gefärbten und verharzten Wundstellen zerstreut. Der Spalt der Epidermis, aus welchem die Peridie des Aecidiums hervorwächst, hat eine Länge von 1—3, selten bis 5 Mm.

Das Aecidium entsteht auf einem lockeren Stroma, von dem sich rechtwinklig gegen die Oberfläche der Nadel dicht gedrängte 4—5 zellige Hyphen (Fig. 13 b.) oder Basidien erheben. Die äusserste Zellenlage (Fig. 13 p.) verwächst unter einander und bildet die erste Anlage der häutigen, später sackartigen Peridie.

Mit der Vergrössung des Aecidiums wächst dieselbe dadurch, dass im ganzen Umfange der Hymenialschicht eine Reihe von Basidien nicht gewöhnliche Sporen abschnürt, sondern das Nachwachsen der Hülle von unten vermittelt (Fig. 14 p.)

Die Zellen der Peridie sind den Sporen ähnlich gebaut, erreichen bedeutende Grösse, sind polyedrisch geformt und meist völlig plasmaleer, desshalb durchsichtig. Ausserhalb der das Peridium tragenden Basidien erheben sich noch mehrere keulenförmige Zellen gegen die Epidermis (Fig. 14 e.) und drängen diese nach aussen, so dass die Peridie selbst den Druck des Epidermisrandes nicht zu überwinden hat. Die Abschnürung der Sporen von der Spitze der Basidien (Fig. 14 b.) geschieht nicht unmittelbar hinter einander, sondern zwischen je zwei Sporen findet sich im jugendlichen Zustande eine „Membranlamelle“ von rundlicher oder kurz eckiger Gestalt (Fig. 14 d.), welche mit der völligen Ausbildung der Sporenmembran verschwindet. Die sackartig durch die geplatzte Epidermis hervorquellende Peridie zerreisst zuletzt unregelmässig und lässt das lockere Sporenpulver ausfliegen.

Die Sporen (Fig. 17, 18) sind oblong, zuweilen eiförmig oder polyedrisch mit abgestumpften Ecken und Kanten versehen, welche durch den gegenseitigen Druck in den Sporenreihen sich erklären. Das Innere ist reich an goldgelb gefärbtem Plasma, in dem grössere und kleinere Oeltropfen schwimmen (Fig. 17 a.). Die Sporenmembran ist farblos, die warzenförmigen Verdickungen sitzen oft so locker, dass sie schon durch geringen Druck des Deckglases sich loslösen und als kleine in der Mitte etwas verengte Stäbchen frei umherschwimmen. Die Keimung erfolgt sehr leicht binnen 12—24 Stunden in feuchter Luft sowie im Wasser mit einem bis drei dicken Schläuchen (Fig. 18), die sich mehrfach verästeln, im Plasma oft noch goldgelb gefärbte Oeltropfen des Sporenhaltes führen.

Die Aecidien der *corticola* sind bedeutend grösser und von unregelmässiger Gestalt (Fig. 2, 3, 4, 7).

Die rundlichen haben einen mittleren Durchmesser von ca. 5 Mm., die länglichen sind von derselben Breite, fliessen mit benachbarten Aecidien mehrfach zusammen und erreichen eine Länge bis zu 15 Mm. Sie erscheinen im Juni aus der Rinde von Aesten und Zweigen junger oder alter Kiefern (Fig. 4), sehr oft aber auch am Schafte der Bäume selbst (Fig. 2, 3, 5). An jüngeren Stämmchen und schwächeren Zweigen zeigt sich schon im ersten Jahre die Rinde im ganzen Umfange vom Parasiten behaftet, an dickeren Aesten oder am Stamme älterer

Kiefern ist dagegen meist nur die eine oder andere Seite, selten sind gleichzeitig mehrere Seiten des Baumes (Fig. 5) befallen. Wird das Gewebe der Rinde an der befallenen Stelle im Laufe des nächsten Jahres nicht völlig getötet, so kommen zwischen den meist verharzten Wundstellen auf's neue Accidien zum Vorschein.

Vorzugsweise brechen diese aber in der Umgebung der im Vorjahre erkrankten resp. getöteten Stelle hervor, soweit inzwischen das Mycelium sich im Rindengewebe weiter verbreitet hat.

Eine Reihe von Jahren wiederholt sich die Bildung von Accidien, bis die befallene Pflanze oder der Ast u. s. w. getötet ist.

An älteren Bäumen hört die Accidienbildung an den kranken Stellen nach einer gewissen Zeit auf, das Mycelium verbreitet sich in der Rinde weiter, wird aber steril.

Da im oberen Theile des Baumschaftes eine stärkere Borkebildung auch im höchsten Alter sich nicht einstellt, vielmehr die dünnen Borkeplatten abgeworfen werden, so lässt sich das Aufhören der Accidienbildung aus dem Dickerwerden der Borke nicht erklären.

Die Accidien sind von denen der *acicola* nicht nur durch Grösse und äussere Form, sondern auch durch das sehr üppig entwickelte Stroma (Fig. 19 a. a.) unterschieden. Die von diesem sich erhebenden Basidien (Fig. 19 b.) sind bedeutend dünner, und da sie dicht gedrängt stehen, so entwickeln sich auf einer gleich grossen Hymenialfläche bei weitem mehr Sporen als bei der Form *acicola* (Fig. 14). Die Folge davon ist, dass in dem beengten Raume die Membranlamellen oft ganz langgestreckt erscheinen (Fig. 19 d.), auch wohl die Sporen zuweilen etwas länger sind, als bei der *acicola*. Wäre die Form der Lamellen immer die gestreckte (Fig. 19), so würde unter gleichzeitiger Berücksichtigung der anderweiten Verschiedenheiten, daraus die Berechtigung hervorgehen, die beiden Formen als selbstständige Arten hinzustellen. In vielen Fällen sind die Membranlamellen aber ebenso geformt, wie bei der *acicola* und glaube ich deshalb die Frage, ob *acicola* und *corticola* berechtigte selbstständige Arten seien, einstweilen unbeantwortet lassen zu müssen, bis es gelungen ist, die zugehörigen Teleutosporenformen nachzuweisen.

Für die Artverschiedenheit spricht

1. Grösse und äussere Form der Accidien und Spermogonien.
2. Verschiedenheit der Grösse der Basidien.
3. Verschiedene Fructificationszeit.
4. Der Umstand, dass an Orten, wo die eine Form in grösster Verbreitung und Häufigkeit auftritt, die andere Form oft gar nicht oder nur selten gefunden wird.

Ich neige mich deshalb im Allgemeinen der Ansicht zu, dass die beiden Formen selbstständige Arten sind, denen man die Namen *Peridermium Pini acicola* und *Perid. Pini corticola* belassen mag.

Lebensweise des Parasiten.

Die vollständige Entwicklungsgeschichte des *Accidium Pini* kann erst dann gegeben werden, wenn wir die zugehörigen Pilzformen entdeckt haben werden,

welche während der Jahreszeit zwischen der Ausstreuung der Aecidiensporen im Mai oder Juni und der noch nicht festgestellten Zeit der Entstehung neuen Aecidienmycel's vielleicht auf ganz anderen Nährpflanzen vegetiren.

Die Krankheitserscheinungen, welche durch das Mycelium der uns bekannten Aecidienform hervorgerufen werden, sind sehr mannigfacher Natur, lassen sich aber alle im Wesentlichen aus einer Umwandlung des Stärkemehls der Zellen, in welche Haustorien hineinwachsen, in Terpentinen erklären.

Die Form *acicola* (Taf. IV. 1) erscheint oft in grosser Verbreitung im Monat Mai in jüngeren Kiefernbeständen.

Am meisten heimgesucht sind 3 bis 10jährige Schonungen, welche oft durch die zahllose Menge der Aecidien einen gelben Schein erhalten, kaum eine gesunde Nadel auf grossen Bestandesflächen aufweisen, bis dann im Juni das gesunde Ansehen der Pflanzen wiederhergestellt ist.

Das Mycelium wuchert in den Intercellularräumen des grünen Nadelparenchyms (Fig. 13–15) so üppig, dass zuletzt die Parenchymzellen eingeengt und zusammengepresst werden, ohne dass dadurch ein Absterben derselben herbeigeführt würde.

In der gesunden Kiefernadel enthalten die chlorophyllführenden Parenchymzellen kein Stärkemehl, welches vielmehr nur in dem das centrale Gefässbündel umgebenden chlorophyllosen Parenchym sich ablagert. Irgend eine auffällige Veränderung des Blattzellengewebes und dessen Inhaltes durch das Pilzmycel ist nicht nachzuweisen. Nur in der nächsten Nähe der Spermogonien und Aecidien stirbt nach dem Verstäuben das Zellgewebe ab und verharzt vollständig, so dass ein dunkelbrauner Fleck die Stelle kennzeichnet, wo an der übrigens grünbleibenden Nadel die Fruchträger des Parasiten sich entwickelt hatten. Selbst nach der wiederholten Fructification des Mycelium stirbt die ins dritte Jahr tretende Nadel nicht sogleich ab, bleibt vielmehr noch Monate lang grün und lebensfähig, obgleich das Mycelium das grüne Blattparenchym so sehr zusammendrückt, dass weit mehr Raum von ersterem als von dem letzteren ausgefüllt wird. Das Absterben der befallenen Nadeln erfolgt im Durchschnitt einige Monate früher, als das der nicht befallenen Nadeln, doch kann daraus kaum ein bemerkbarer Nachtheil für Gesundheit und Wachsthum der Nährpflanze abgeleitet werden.

Hin und wieder sieht man auch wohl die Spitze einer befallenen Nadel oder diese vollständig im Laufe des zweiten Jahres absterben, doch bleibt es meist zweifelhaft, ob dieses Absterben dem Parasiten allein zugeschrieben werden darf, da auch nicht befallene Nadeln oft vorzeitig ganz oder theilweise absterben.

Die ein bis anderthalb Jahre lang von Pilzfäden auf der Ober- und Unterseite überspannten tafelförmigen Parenchymzellen der Nadel erhalten sich völlig lebensfähig, woraus eine äusserst geringe Einwirkung der ersteren auf diese geschlossen werden muss.

Ein Absterben der Blattzelle würde eintreten müssen, wenn nicht ähnlich wie bei der Fichte (Taf. VI. Fig. 5) das Parenchym zusammenhängende Querschichten bildete, welche im Umfange mit der Epidermis, nach innen mit dem centralen Gefässbündel in ununterbrochenem Zusammenhange stehen.

Je älter die Kiefer, um so seltener sieht man auf deren Nadeln das Aecidium, über das 20 oder 30 jährige Alter hinaus gehört der Nadelrost zu den Seltenheiten.

Von der nachtheiligsten Wirkung auf Gesundheit und Leben der Kiefer ist

das *Aecidium Pini corticola*. Bei der Beschreibung des Parasiten ist bereits das Auftreten desselben an den Zweigen und Aesten, sowie am Schafte jüngerer und älterer Kiefern besprochen worden.

Aeltere als 20—25 jährige Stammtheile scheinen im Allgemeinen nicht mehr befallen zu werden und auch diese nur im oberen Theile älterer Kiefern, wo die Rinde durch freiwilliges Abschuppen dünn bleibt. In welcher Weise die Infection vor sich geht, ist selbstredend bei dem Stande der Kenntniss vom Entwicklungsgange des Parasiten eine offene Frage. Wenn auch sehr oft die Quirlstellen (Taf. IV, 3) den Ausgangspunkt der Krankheit bilden, so ist dies doch keineswegs immer der Fall, vielmehr sieht man sehr oft Aecidien mitten zwischen zwei Quirlen aus der Rinde hervorkommen. Das Mycelium wächst intercellular im Parenchym der grünen Rinde (Fig. 19, 20 a.) und im Gewebe des Bastkörpers (Fig. 21 a.). Von diesem aus gelangt es durch die Markstrahlen in das Innere des Holzkörpers (Fig. 22 a.), in welchem es aber fast niemals ausserhalb der Markstrahlen oder der Harzkanäle (Fig. 28 a.) anzutreffen ist. Auch scheint das Mycelium in den Stamm nie tiefer als ca. 8—10 Ctm. einzudringen. Eine andere Richtung, als die durch die Markstrahlen vorgezeichnete wird von den Hyphen nicht eingeschlagen. Die Wirksamkeit der Hyphen beruht im Wesentlichen darin, dass in alle parenchymatischen Zellen kurze Seitenäste (Haustorien) gesandt werden (Fig. 19, 20, 21, 22 h.), welche den Zelleninhalt und zwar in erster Linie das Stärkemehl zu Terpentin umwandeln, welcher tropfenweise an den Wandungen aller Organe sich niederschlägt, bis diese oft gänzlich angefüllt und verkient sind. (Fig. 21, 22, 23). In Fig. 21 ist der grössere rechtsgelegene Theil frei von Terpentin gezeichnet, wie er nach Auswaschung mittelst Alcohol sich zu erkennen giebt, um die intercellularen Mycelfäden deutlicher hervortreten zu lassen. Die Harzkanäle mit dem sie umgebenden dünnwandigen, Stärkemehl führenden Zellgewebe werden zerstört (Fig. 28), der Terpentin, welcher dabei entsteht, sowie der in den Kanälen schon vorrätthige Terpentin trägt zur Verkienung des Holzkörpers bei, welche in demselben Maasse vorschreitet, als das Mycelium des Parasiten im Bastkörper an Verbreitung zunimmt. An Durchschnitten durch erkrankte Stammtheile (Fig. 8, 12) giebt sich die Verkienung des Holzes durch dunklere Färbung, speckartige Beschaffenheit und eigenthümlichen Seidenglanz zu erkennen. Bei schwächeren Stämmen (Fig. 8, 10) verkient das Holz bis zur Markröhre, bei stärkeren Querschnitten bleibt das Innere des Stammes frei von Kien, letzterer bildet nur im Umfange des Stammes eine Schicht von höchstens 10 Ctm. Dicke, da die Mycelfäden im Allgemeinen nicht tiefer einzudringen pflegen.

Der grosse Reichthum an Terpentin, welcher sich im Holzkörper der erkrankten Stelle vorfindet, lässt sich aus der Umwandlung der Stärke in den Markstrahlen und den die Harzkanäle umgebenden Zellen allein nicht erklären, vielmehr muss angenommen werden, dass der Terpentin aus dem oberhalb der kranken Stelle liegenden Stammtheile zum Theil bei der Verkienung mitwirkt. Die eigene Schwere senkt den Terpentin in den Kanälen abwärts, selbst wenn diese völlig gesund und von den in ihnen aufwärts wachsenden Mycelfäden des Parasiten nicht zerstört sind.

Die Armuth an Terpentin in den sog. Kienzöpfen oberhalb der Kienstelle (Fig. 6) spricht für diese Annahme.

Die vollständige Verkienung des Bast- und Holzkörpers sowie der Cambial-

schicht hat ein Aufhören der Säfteleitungsfähigkeit und somit der Jahrringsbildung zur Folge, soweit das Mycelium im Bastkörper vorgedrungen ist.

Aus der abgestorbenen, vertrockneten und aufgesprungenen Rinde ergiesst sich das Terpentin frei nach aussen und fliesst über die kranke Stelle vom Stamme herab oder verharzt zwischen den Rinderissen, wodurch die kranken Stellen eine weissliche Farbe erhalten.

Alljährlich verbreitet sich das Mycelium centrifugal in der Rinde. Ob das Wachstum desselben auf bestimmte Jahreszeiten beschränkt ist, lässt sich schwer feststellen.

Zur Zeit der Jahrringsbildung findet man in der Umgebung der kranken Stellen die neuen Mycelfäden in sehr üppigem Wachstume in den soeben durch Theilung der Cambialfasern entstandenen neuen Gewebsschichten, woraus zu schliessen ist, dass in der ersten Hälfte des Sommers das Wachstum besonders üppig stattfindet, dass ferner die ganze Krankheitserscheinung lediglich Folge des Pilzes ist, dass letzterer nicht etwa erst nach der Verkienung der Pflanzentheile sich einstellt. Hat sich das Mycelium früher oder später im ganzen Umfange des Stammes oder Zweiges entwickelt und die Verkienung des Holz- und Rindekörpers nach sich gezogen, dann stirbt der über der kranken Stelle belegene Pflanzentheil ab und zwar in Folge des Aufhörens der Säfteleitungsfähigkeit. Theils die Verkienung, theils das Austrocknen des Holzes trägt hierzu bei.

Die Krankheitserscheinungen sind nach dem Alter des befallenen Pflanzentheiles und nach dem Orte, wo sich der Parasit ansiedelt, verschieden.

Schwächere Zweige und Aeste oder junge Stämmchen zeigen die Accidien oft schon im ersten Jahre im ganzen Umfange des befallenen Pflanzentheils. Das Absterben erfolgt dann schon nach wenigen Jahren. In jüngeren Kiefern-schonungen hat der Kiefernblasenrost sich oft schon durch schnelles Tödten zahlloser Stämmchen verderblich gezeigt. In älteren Kiefernbeständen fällt es dem aufmerksamen Beobachter oft genug auf, dass einzelne Zweige oder Aeste eine rothe, abgestorbene Benadelung zeigen. Genauere Untersuchung wird fast immer zeigen, dass das *Aecidium Pini* die Ursache dieser Erscheinung gewesen ist. Wird der Schaft älterer Kiefern innerhalb oder unterhalb der Krone vom Parasiten befallen, dann treten sehr interessante Erscheinungen hervor, die als Krebs, Räude, Kienzopf allgemein bekannt sind.

Im ersten Jahre erkrankt nur eine Stelle von 5—10 Ctm. Durchmesser. (Fig. 9—12 a.). In den Folgejahren vergrössert sich die Krebsstelle, die Jahrringsbreite nimmt in Folge dessen an der gesunden Seite des Baumes an Dicke zu, da die Bildungssäfte beim Herabsinken hier um so reichlicher das Cambium ernähren.

Es entsteht so gewissermassen ein Wettstreit zwischen dem Wachsthum des Parasiten, welcher von der Infectionsstelle aus den Baum zu umfassen sucht und dem Wachsthum des Baumes, der durch gesteigerten Zuwachs auf der noch gesunden Seite dem Verderben zu entrinnen bestrebt ist (Fig. 5, 8—12). Da mit der Verkienung der kranken Stelle und dem Austrocknen des leitenden Holzkörpers aber eine allmähliche Verminderung der Saftzufuhr zum Gipfel des Baumes verbunden ist, so geht dieser im Wuchse zurück, die Benadelung wird spärlicher, die Jahrringsbreite an der noch gesunden Seite des Baumes vermindert sich.

Dadurch gewinnt das weiterwachsende Mycelium den Vorsprung und um-

klammert den Stamm vollständig, worauf das Vertrocknen des Gipfels folgt (Fig. 6). Zwischen dem Anfangs- und Endjahre dieses Kampfes vergeht unter Umständen ein mehr als 60 jähriger Zeitraum (Fig. 9 u. 12). Meist wird er aber früher beendet. Es entstehen an der befallenen Stelle des Schaftes eigenthümliche Stammformen (Fig. 8, 9, 10, 11), deren Durchschnitte besonders auffallend gestaltet sind, wenn, was im allgemeinen selten ist, der Parasit an zwei Seiten den Schaft befallen hat (Fig. 5, 12).

Die beiden Krebsstellen berühren sich dann auf der einen Seite des Stammes (Fig. 12 b.) meist früher, als auf der anderen (Fig. 12 c.).

Liegt die kranke Stelle unter der Krone, so stirbt nach dem Vertrocknen der letzteren auch der untere Stamm ab, befinden sich dagegen mehrere starke, noch reich benadelte Aeste unterhalb der Krebsstelle, dann bleibt nach dem Absterben des Kienzopfes der Baum noch lange Zeit lebend und häufig richtet sich der oberste Ast nach aufwärts und sucht den verloren gegangenen Gipfel zu ersetzen (Fig. 6).

Die verkiente Krebsstelle wird als Anfeuerungsmaterial (Vogelkien) sehr geschätzt und suchen desshalb die Holzfrevler den unteren Theil der Kienzöpfe sich anzueignen. In der Nähe von Dörfern und Städten sieht man sehr oft ältere Bäume mit abgesägtem Gipfel und kann man in der Regel diese Beschädigung einem früheren Kienzopfe zuschreiben.

In den Hauungen suchen die Waldarbeiter sich das vorkommende Kienholz anzueignen, und hilft selbst eine sorgfältige Ueberwachung diesem Missstande in der Regel nicht ab.

Die Krankheit ist in den Kiefernbeständen eine so verbreitete, dass sie als eine grosse Kalamität bezeichnet werden muss. Bei aufmerksamer Nachforschung wird man in vielen Beständen 5 bis 10 pCt. aller Bäume mit Krebsstellen oder Kienzöpfen antreffen. Erwägt man, dass ausser diesen im Laufe der Zeit bei Durchforstungen und Durchhieben der trocknen Stämme (Totalitätshauungen) bereits zahlreiche der Krankheit erlegene Bäume entfernt sind, so geht daraus hervor, dass der Forstmann alle Ursache hat, dem Parasiten seine Aufmerksamkeit zuzulenken. Die Thatsache, dass die Kiefer in höherem Alter sich so ungemein leicht stellt, ist sicherlich zum grossen Theile dem Umstande zuzuschreiben, dass viele dominirende Stämme dem *Agaricus melleus*, viele dem *Aecidium Pini* zum Opfer fallen.

Leider ist es bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens nicht möglich, rationelle Vorschriften gegen die Krankheit in Vorschlag zu bringen. Erst wenn wir wissen, in welcher Gestalt und auf welchen Pflanzen der Parasit seine uns noch unbekannten Formen entwickelt, wird ein auf wissenschaftlicher Grundlage basirtes Verfahren gegen ihn in Vorschlag gebracht werden können.

Immerhin wird der Aushieb der befallenen Stämme rathsam sein, da mit der Entfernung der Aecidien auch die Entwicklung und Verbreitung der uns noch unbekannten Teleutosporenform beeinträchtigt resp. verhindert wird. Die volle Kenntniss des Entwicklungsganges des Pilzes giebt aber vielleicht weit einfachere, leichter durchführbare Maassregeln an die Hand.

Nach den eigenen Beobachtungen tritt der Kiefernkrebs oder Kienzopf sowohl in den Institutsforsten bei Neustadt Eberswalde, als auch in anderen Kiefernforsten z. B. in der Oberförsterei Königs-Wusterhausen, ferner bei Swinemünde in den Dünenbeständen, auf besten und schlechtesten Bodenklassen auf. In manchen

Beständen sucht man ihn vergebens, in anderen ist er so häufig, wie vorher schon besprochen wurde. Irgend eine Abhängigkeit der Krankheit von Witterungs- und Bodeneinflüssen ist mir nicht bekannt. In sehr trocknen Jahren zeigt sich ein häufigeres Absterben der Gipfel oder Zweige bei erkrankten Bäumen, was als eine natürliche Folge davon zu betrachten ist, dass, nachdem die Verkienung des Holzkörpers an der Krebsstelle im Laufe der Jahre einen gewissen Grad erreicht hat, die Saftzufuhr zu dem darüberliegenden Pflanzentheile sehr vermindert ist.

Uebermässig gesteigerte Verdunstung in trocken heissen Sommern muss das völlige Vertrocknen der Gipfel u. s. w. beschleunigen, die in nassen Jahren sich noch grün erhalten haben würden.

Aus der forstlichen Litteratur kann ich nunmehr noch einige Mittheilungen über die Verbreitung der Krankheit hier aufnehmen, ohne die zum Theil irrthümlichen Anschauungen über den Charakter derselben im Speciellen berichtigen zu müssen.

Forstmeister Wachtel zu Neuhaus im südlichen Böhmen sandte an den Geheimrath Ratzeburg erkrankte Kiefern. Der Baumschaden soll dort massenhaft nicht blos in Dickungen und Stangenhölzern, sondern auch in schlagbaren Beständen auftreten. Vom gemeinen Volke wird es: Kozor und unter den Deutschen Schörbel, sonst bald Krebs oder Brand, bald Räude genannt.

Die rädigen Bäume sollen nach Wachtel auf den verschiedensten Bodenklassen vorkommen. In den Jahren 1855—56 hatte Herr Wachtel überall in seinen Kiefernforsten dürre Wipfel bemerkt, die Stämme wurden aber schleunigst gefällt und aufgearbeitet und so das Uebel zum Schweigen gebracht. Im Jahre 1861 breitete sich diese Wipfeldürre abermals plötzlich aus — wahrscheinlich durch die trocknen Jahre 1857—59 begünstigt — und machte eine sorgfältige Revision der Bestände nothwendig.

Ratzeburg fand zufällig in einigen der zugesandten Krebsstellen Larven einer Motte, die in der abgestorbenen Rinde sich ernährte. Er nannte sie *Tinea sylvestrella* und schrieb in der ihm, sobald es auf botanische Fragen ankam, so eigenthümlichen Oberflächlichkeit und Unwissenschaftlichkeit die ganze Erscheinung dem Frasse dieser Motte zu, wie er in ähnlicher Weise den durch *Peridermium elatinum* erzeugten Weissstannenkrebs der in der abgestorbenen Rinde lebenden *Sesia cephiformis* zuschrieb. Die Exemplare, an denen R. keine Larven oder Larvengänge fand, machten ihm wenig Sorge: „Ich entscheide mich für *sylvestrella*; denn die kranken Stellen zeigen Schorf, Grind und Harzpusteln, wie bei ächter *sylvestrella* . . .“^{*)}.

Die Aecidien des *Peridermium Pini* fielen allerdings Ratzeburg auch auf und liess er sie ebenfalls (Taf. 18) durch seinen Zeichner darstellen, allerdings wohl nur in Folge der Manie, alles abbilden zu lassen, auch wenn es ihm völlig unverständlich war.

Er sagt darüber: Endlich ist auch noch der kleinen schmarotzenden Pilze (Cryptophyten) zu gedenken, welche an lebenden Stämmen sogleich durch ihre schöne Orangefarbe auffallen.“

Die Krankheit wurde von R. mit dem Namen „Mottendürre“ belegt. Wachtel nennt dieselbe ansteckend, weil sie sich fortpflanzt, wenn auch nur einige Stämme

^{*)} Ratzeburg; Waldverderbniss Band I., Seite 196—200.

übersehen waren: wenn man auch seine Stangenhölzer und Dickungen glaubt noch so sehr gereinigt zu haben, in einigen Wochen zeigen sich immer wieder angefallene Stämme. Dabei ist das Insect, wie Wachtel bemerkt, faul, indem es immer nur in der Nähe neue Opfer sucht. Heuer (Juni 1863) zeigt sich in allen verdächtigen Orten der „Kiefern-pilz“ häufig, und es wird nun auch *sylvestrella* und *piniphilus* genug geben (W.). Dazu bemerkt Ratzeburg: „Dieser Rothpilz ist also ein wohl zu beachtendes Symptom und ich habe ihn daher bei der Darstellung eines Prachtexemplars der Mottendürre, an welchem er blühte, nicht weglassen wollen.“ (cf. Ratzeburg Waldverderbniss Band I. 196—200).

In erfreulichem Gegensatze zu der Ratzeburgschen Darstellung und Erklärung der Krankheit steht eine Arbeit, welche in Heft II. von Burckhards: „Aus dem Walde“ durch den Forstmeister Wissmann zu Bovenden bei Göttingen mitgetheilt wird. Lässt sich der Verfasser auch nicht darauf ein, die Krankheitserscheinungen aus der Verbreitung und Einwirkung des Myceliums zu erklären, so giebt derselbe doch eine vortreffliche Beschreibung der äusseren, mit unbewaffnetem Auge zu erkennenden Erscheinungen und erkennt als die Ursache der Krankheit das *Peridermium Pini* an. Mehrfache Ungenauigkeiten und Irrthümer sind nicht der Art, jener Darstellung den Charakter einer werthvollen, wissenschaftlich gehaltenen Abhandlung zu nehmen. Ich entnehme auszugsweise der Arbeit folgendes: Der Kiefernkrebs ist in den Jahren 1865 und 66 auch in Hannover mehrfach wahrgenommen und zwar an einigen Orten in bedrohlichem Umfange. . . . Die hier gemachten Beobachtungen haben den Beweiss geliefert, dass es mit der Ursache des Krebses doch andere Bewandniss hat, als Ratzeburg angiebt, der dieselbe der *Tinea sylvestrella* zuschreibt, dass er nämlich lediglich eine Folge des Befallenseins der Stämme von einem Rostpilze *Cacoma Pini* ist etc. etc.

Es ist Regel, dass oberhalb der vom Parasiten befallenen Stelle der ganze Stammtheil binnen Jahresfrist abstirbt (??).

Nur selten sieht man befallene Stämme, an denen der brandige Gürtel sich nicht völlig ringsum geschlossen hat, so dass an der freigelassenen Stelle die Saft-circulation zwischen oben und unten fortbesteht und das Leben des Stammes noch gefristet wird. . . . Am leichtesten bemerkt man den Kiefernkrebs in jungen Beständen, doch kommt er in den heimgesuchten Oertlichkeiten auch in der Krone des Altholzes vor. Dass er hier nur die obere Region aufsucht, scheint darin zu beruhen, dass die verhärtete und in der Oberschicht bereits abgestorbene Borke älterer Stammtheile dem Eindringen der Keimfäden hinderlich sein mag. Meine eigenen und die mir ausserdem zugegangenen Wahrnehmungen stimmen darin überein, dass vorzugsweise nur die Bestände vom Krebs getroffen werden, welche auf sehr armen, trockenen Bodenarten stocken. In wüchsigen geschlossenen Beständen auf frischerem Boden ist der Krebs bei uns noch nicht bemerkt worden und selbst die wohlgeschlossenen besseren Partien angegriffener Bestände halten sich davon frei. Es scheint, dass der gesunde Kiefernstamm nicht für die Aufnahme des Pilzes disponirt sei. Trockne, heisse Jahrgänge, wie der von 1865 scheinen vermehrend einzuwirken, wie daraus abzunehmen, dass auf einmal im Frühjahr 1866 von so vielen Seiten zugleich das bedenkliche Auftreten des Pilzes und seiner Folgen beobachtet worden ist. . . . Der Oberförster Ebeling in Miele hat das Weiterrücken des Krebses in nordwestlicher Richtung beobachtet und erklärt dies aus den, zur Zeit der Sporidien-Reife im Mai herrschenden Südost-

winden. Jede krebskranke Kiefer ist nicht nur ein Heerd für die Verbreitung des Pilzes, sondern nebenbei auch noch die Brutstelle kiefernfeindlicher Insekten.

Die ergriffenen Stämme sind deshalb sofort auszumärzen.

Der Aushieb ist namentlich vor der vollständigen Entwicklung des Pilzes zu veranstalten, kann aber auch zu jeder Jahreszeit stattfinden.

Die in der Nachschrift vom Mai 1869 ausgesprochene Hoffnung, dass die sorgfältige Vernichtung der vom Krebs ergriffenen Stämme (wohl im Winter 1866/7 vorgenommen?) in den dortigen Kiefernbeständen den gewünschten Erfolg gehabt haben, da trotz des dürrn Sommers von 1868 nur mit Mühe einige Proben aufzufinden gewesen sein, scheint mir noch etwas verfrüht zu sein. Ein Aushieb aller kranken Kiefern trifft die Bäume, welche zum Theil schon seit Jahrzehnten erkrankt sind, wenn auch in den Jahren 1867 u. 68 die Zahl der jährlichen Erkrankungsfälle eine gleich hohe gewesen ist, wie in den Vorjahren, so wird eine Revision nach zwei Jahren doch nur erst wenige kranke Bäume und diese in schwach erkranktem Zustande antreffen können.

Eine dritte Mittheilung über die Krebskrankheit der Kiefer findet sich in: Grunerts forstlichen Blättern, Neue Folge. 2. Jahrgang April 1873. Seite 113, woselbst der Herausgeber in einer Besprechung mehrerer Krankheitserscheinungen an Waldbäumen Folgendes mittheilt:

„Dagegen ist eine Krankheitserscheinung an den Kiefern eigenthümlicher Natur und wollen wir auf diese hier die Aufmerksamkeit lenken. Dieselbe ist bis jetzt nur in einem einzelnen Kiefernorte des, zur Königl. Oberförsterei Trier gehörigen Schutzbezirkes Erlenbach aufgetreten.

Der Ort ist etwa 12 Hectar gross, bildet eine nördliche, mässige Abdachung und hat guten, lehmigen Sandboden, aus buntem Sandstein entstanden, von mässiger Tiefgrundigkeit. Die Kiefern sind aus Saat hervorgegangen, jetzt etwa vierzigjährig, ziemlich rasch, doch für hiesige Verhältnisse schlank und ziemlich geschlossen emporgewachsen.

An einer ziemlich grossen Anzahl dieser Kiefernstämme, zerstreut durch den ganzen Ort, bildete sich, etwa an $\frac{2}{3}$ ihrer Höhe, eine durch trockne, schwärzliche Färbung und Harzaustritt leicht bemerkbare, 0,5 bis 1 Meter lange Stelle auf einer Seite des Stammes, nach verschiedenen Himmelsgegenden zu, aus, die hin und wieder auch eine spiralige Drehung des Stammes und im Laufe einiger Jahre stets das Absterben des kranken Stammes zur Folge hatte. Die abgestorbenen Stämme des Ortes wurden bereits verschiedentlich im Wege der Durchforstung beseitigt, jedoch enthält derselbe noch heute eine ziemliche Anzahl von Stämmen, welche diese Wunde in verschiedenen Graden der Ausbildung zeigen und ihrem Tode entgegengehen. Im ersten Stadium der Krankheit erscheint die kranke Stelle in bestimmter Abgrenzung, etwas eingesunken und mit krauser Rinde, bis auf ihr dann das Harz austritt, die Stelle sich immer dunkler färbt und die Holzschichten unter ihr als abgestorbene zu Tage treten. Auf der der Wundstelle entgegengesetzten Seite legen sich frische Jahrringe noch fortwährend bis zum Absterben des Baumes an und verdicken sich nach dem äussersten Punkte derselben immer mehr und so lange, bis auch auf dieser, seither noch der Saftcirculation zugänglichen Stelle, letztere aufhört und das Leben des Stammes erlischt. Der Verlauf der Krankheitserscheinungen ist, wenn man den Gang derselben auf einem Querschnitte verfolgt, jedenfalls ein langsamer, etwa 10 bis 15 Jahre in

sich begreifender, doch erfolgt das Absterben, wenn die Wunde erst durch Schwarzwerden und Harzanhäufung den Forstleuten augenfällig wird, wie bemerkt in wenig Jahren. Mehr wie eine Wunde am einzelnen Stamme ist selten vorhanden, doch haben wir hier und da auch wohl zwei, selbst auf verschiedenen Stammseiten, an demselben Baume bemerkt.

Auf eine bestimmte äussere Ursache lässt sich die Krankheit nicht zurückführen; namentlich weiss man nicht, dass der Ort jemals unter Beschädigung durch Insecten oder Witterungseinflüssen gelitten hätte oder gar eine Pilzkrankheit unter den dortigen Kiefernanlagen heimisch wäre und vielleicht auch hier den betreffenden Ort befallen hätte. Die bereits eingeleitete Untersuchung der Erscheinung durch sachkundige Naturforscher wird hoffentlich ein Näheres in dieser Beziehung ergeben.“

Der Verfasser dieses Artikels übersandte mir im Januar des Jahres aus dem betreffenden Bestande erkrankte Stammstücke, die zum Theil abgebildet worden sind (Taf. IV. Fig. 5, 8, 10). An allen liessen sich noch die Ueberreste der Aecidien auf den ersten Blick erkennen. Ende Juli des Jahres erhielt ich von ebendaher eine Sendung von Stämmchen und Aesten aus einem ca. 18—20 jährigen Bestande, in der Nähe eines schon längere Zeit erkrankten 40—45 jährigen Bestandes gelegen, die vom Kiefernblasenroste zum Theil schon getödtet waren.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. IV.)

Fig. 1. Kiefernadel mit Aecidien (a) und Spermogonien (b) des *Peridermium Pini v. acicola*.

Fig. 2. Kiefernast mit Aecidien (a) und Spermogonien (b) des *Peridermium Pini v. corticola*.

Fig. 3. Stamm einer jungen Kiefer, welcher nebst dem Astquirl seit mehreren Jahren von *Perid. Pini* befallen ist.

Fig. 4. Ast aus der Krone einer alten Kiefer mit *Perid. Pini*. (a) bereits getödtete Aeste.

Fig. 5. Stammstück einer ca. 40 jährigen Kiefer mit zwei auf entgegengesetzten Seiten liegenden Krebsstellen. Die abgestorbene Rinde trägt die deutlichen Spuren der Aecidien des *Perid. Pini* (a. a.)

Fig. 6. Etwa 80 jährige Kiefer mit Kienzopf und Ersatzgipfel.

Fig. 7. Rinde eines Astes von *Pinus Strobus*. Die Aecidien zum Theil noch nicht geplatzt (a. a.) theils geplatzt (c). Die Spermogonien (b) als glatte, dunkle, erbsengrosse Flecke erkennbar.

Fig. 8. Durchschnitt aus der Krebsstelle einer 50 jährigen Kiefer. Zur Zeit der Infection war der befallene Stammtheil 25 jährig. Seit 5 Jahren hat sich die inficirte und darnach verkiente Stelle jährlich vergrössert, so dass nur noch der helle Theil lebendig und saftleitend ist. Nur in den letzten 5 Jahren ist jeder Holzring gezeichnet, vorher sind je 5 Ringe zusammengefasst.

Fig. 9. Durchschnitt aus der Krebsstelle einer 110 jährigen Kiefer. Der

befallene Stammtheil war 15 Jahre alt, wurde bei a inficirt; das Mycelium verbreitete sich nach allen Richtungen im Bastkörper, wodurch die zuwachs-fähige Seite des Baumes immer mehr eingeschränkt wurde. Der Baum war kurz vor der Fällung bereits abgestorben, nachdem er 70 Jahre lang durch einseitiges Dickewachsthum die Säfteleitungsfähigkeit an der erkrankten Baumstelle sich bewahrt hatte. Die nicht verkiente Stelle bei b war allein noch pilzfrei. Die Borkebildung war nur an dieser Stelle und in deren Umgebung ziemlich stark, im Uebrigen sehr schwach.

Fig. 10. Durchschnitt aus der Krebsstelle eines ca. 50jährigen Kiefernstammes. Der befallene Stammtheil war 20 Jahre alt. Innerhalb der 20 Krankheitsjahre ist der Stamm bis auf die beiden hell gefärbten Theile (b. b.) verpilzt. Das Vorhandensein eines noch grünen Astes oberhalb des Stammdurchschnittes erklärt die vom Mycel bisher verschonte Stelle b linker Seits.

Fig. 11. Durchschnitt unterhalb einer Krebsstelle durch einen ca. 90jährigen Stamm. Das Mycelium des Parasiten ist nur bei a bis zu dieser Stelle des Baumes herabgewachsen und hat hier das Holz verkient. Die Vergrößerung der höher gelegenen Krebsstelle hat aber das allmähliche Aufhören des Zuwachses für die nächst tiefer gelegenen Baumtheile nach sich gezogen, so dass zuletzt nur noch bei c voller Zuwachs stattfindet, über welcher Seite an der höher liegenden Krebsstelle allein noch die Rinde gesund ist.

Fig. 12. Durchschnitt durch eine doppelte Krebsstelle einer ca. 110jährigen Kiefer. Im etwa 15jährigen Alter wurde dieser Schafttheil bei a u. a befallen, das Mycelium erreichte sich bei b nach 25 Jahren, während nach 70 Jahren noch die kleine Stelle c pilzfrei und unverkient ist.

Fig. 13. Jugendlicher Zustand eines *Aecidium* der Kiefernadel im Querschnitt. Die intercellularen Mycelfäden sind septirt, verästelt, nahe dem *Aecidium* mit gelben Oeltropfen versehen, bilden hier ein lockeres Stroma, von dem sich die aus 4—5 Zellen bestehenden Basidien (b) erheben. Die äussersten, gegen die Epidermis drückenden und diese zuletzt zersprengenden Zellen der Basidien (p. p.) verwachsen unter einander und bilden die erste Grundlage zu der Peridie, die sich später dadurch vergrößert, dass im Umfange des Sporenträgers eine Reihe von Basidien das Nachwachsen derselben vermittelt.

Fig. 14. Theil eines *Aecidium* des *Perid. Pini acicola* in voller Entwicklung. Die Basidien b schnüren an der Spitze abwechselnd Sporen und kleine Membranalammellen (d) ab, welche letztere mit der Ausbildung der Sporenmembran verschwinden. Ausserhalb der Peridie p, welche aus wasserhellen, den Sporen ähnlich gebildeten polygonalen Zellen besteht, sieht man noch einige Basidien (e) welche mit ihren keulenförmigen Endzellen die Epidermis nach aussen drängen.

Fig. 15. Entwickeltes Spermogonium der Kiefernadel. Die Mycelfäden bilden eine dünne Schicht von Pseudoparenchym (b) zwischen Blattparenchym und Epidermis, von der die zarten an der Spitze Spermationen abschnürenden Fäden entspringen und einen flach kegelförmigen Pilzkörper bilden.

Fig. 16. Spermationen, die durch Abschnürung an der Spitze der Fäden des Spermogoniums entstehen.

Fig. 17. Sporen, deren Epispor kurz stäbchenförmige warzige Verdickungen trägt. Letztere lösen sich bei leichtem Drucke oft völlig ab und ist dann der aus

gelblichem Plasma und grösseren gelben Oeltropfen bestehende Inhalt derselben deutlicher zu erkennen.

Fig. 18. Gekeimte Sporen mit einem oder mehreren Schläuchen, in die der zum Theil noch gelb gefärbte Sporenhalt übergetreten ist.

Fig. 19. *Aecidium* des *Perid. Pini corticola*. Das Stroma a. a. ist stark entwickelt zwischen den auseinandergedrängten Rindezellen, in welche einzelne Haustorien (h) hineingewachsen sind. Die Basidien (b) sind weit kleinzelliger als in Fig. 14, in Folge dessen auf gleich grosser Hymenialfläche eine weit grössere Anzahl derselben sich befindet. Die Membranlamellen (d) erhalten daher oft eine gestreckte Gestalt, wodurch der Entwicklung der Sporen mehr Raum verschafft wird. Ausserhalb der Peridie p habe ich keine Basidien bemerkt.

Fig. 20. *Spermogonium*durchschnitt des *Perid. Pini corticola*, aus der Rinde von *Pinus Strobus*. Zwischen der Peridermschicht und der äussersten Lage des Rindenparenchyms entwickelt das intercellulare Mycelium der Rinde (a. a.) eine pseudoparenchymatische sehr dünne Schicht (d), von der sich rechtwinklig zur Oberfläche parallele Fäden (e) erheben, welche gegen die Korkschicht drücken und unter dieser die zarten Spitzen umbiegen, so dass die gleichmässig parallele Stellung derselben verschwindet. Zuweilen sieht man an älteren *Spermogonien* kleine Durchbrechungen der Korkschicht ausgefüllt mit, durch diese eingedrungenen, fremden secundären Pilzen. Letztere sind nicht gezeichnet, es blieb der von ihnen eingenommene Raum (d) leer.

Fig. 21. Radialschnitt durch den Bast einer von *Perid. Pini corticola* befallenen Kiefer. Der rechts gelegene Theil (y), ist mit Alcohol ausgewaschen, um die intercellularen Mycelfäden (a. a.) und die Haustorien (h) in den Parenchymzellen zu zeigen. Der Inhalt der letzteren ist fast gänzlich verschwunden mit Ausnahme der Zellkerne. Im Theile x sieht man den reichlich tropfenweise (s. s.) an den Wandungen aller Organe niedergeschlagenen Terpentin.

Fig. 22. Radialschnitt durch das Holz einer Krebsstelle. Die Mycelfäden (a) dringen durch die Markstrahlen ins Innere, senden zahlreiche Haustorien (h) in die Markstrahlzellen, gelangen, wie Fig. 23 im Querschnitt zeigt, aus den Markstrahlen in die Harzkanäle und zerstören das dieselben umgebende dünnwandige Gewebe und dessen Inhalt. Der aus der Umwandlung des Stärkemehls hervorgehende Terpentin, sowie das in den Harzkanälen des oberhalb der Krebsstellen gelegenen Baumtheiles befindliche und nach unten sinkende flüchtige Oel schlägt sich sodann an den Wandungen der Holzfasern zuerst in kleinen Tropfen (s. s.) ab, die später zusammenfliessen und das Innere gänzlich ausfüllen oder doch nur kleinere Luftblasen (t. t.) unausgefüllt lassen.

Caeoma pinitorquum A. Br.

(Taf. V. Fig. 1—9.)

Der Kieferndreher.

Die Krankheit, welche das *Caeoma pinitorquum* erzeugt, hat sich in den letzten Jahren in einer Verbreitung und Intensität bemerkbar gemacht, dass ich bereits in der Zeitschrift für das Forst- und Jagdwesen von Dankelmann Band IV. Heft I. vom Jahre 1871 eine durch Figurentafel erläuterte Abhandlung über dieselbe zu veröffentlichen für nöthig erachtete. Da, wie ich annehme, diese Arbeit nur wenigen Botanikern zu Gesicht gekommen sein dürfte, andererseits fortgesetzte Untersuchungen meine Kenntniss dieses interessanten Parasiten erweitert haben, so gebe ich hier eine neue Bearbeitung desselben. Was de Bary über diesen ihm durch Vermittelung A. Braun's zugesandten neuen Schmarotzerpilz der Kiefer in den Monatsberichten der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, im Dezember 1863 veröffentlicht, trägt den Charakter einer flüchtigen Untersuchung an schlechtem, namentlich zu altem Material. War nun de Bary für die Beschaffenheit seines Untersuchungsmaterials selbstredend nicht verantwortlich zu machen, so erklärt dies doch einerseits die Unvollständigkeit seiner Untersuchungen, andererseits das Unterlaufen mehrfacher Irrthümer.

Die Spermogonien, die ungemein auffällig sind, beobachtete er nicht, wie auch die ganze Entstehungsweise der Sporen unrichtig aufgefasst wurde.

Leider ist es mir noch nicht gelungen, den Entwicklungsgang dieses Rostpilzes in seinen verschiedenen Formen klar zu legen und verweise ich auf das, was über die Uredineen im Allgemeinen Seite 66ff. gesagt worden ist. Demnach fehlt für das *Caeoma pinitorquum* wenigstens noch eine, die Teleutosporenform, vielleicht besitzt dasselbe aber auch noch eine dritte, die Aecidienform, da *Caeoma* als *Uredo*, ob mit Recht, mag einstweilen dahingestellt sein, aufgefasst wird.

Das Mycelium.

Das Mycelium vegetirt intercellular vorzugsweise im grünen Rindeparenchym der jungen Kieferntriebe, von dem aus dasselbe auch in den Bastkörper und durch die Markstrahlen zur Markröhre des Triebes gelangt.

Bei jungen Keimpflanzen (Fig. 1) entwickelt es sich auch im Blattparenchym der Colyledonen.

Die Fäden (Fig. 6 u. 8) haben einen Durchmesser von ca. 2, 5—3 Mik., sind im gesunden Zustande von farblosem Plasma erfüllt und lassen die nach dem Verschwinden desselben deutlich erkennbare Dicke der Zellwandung, sowie die Septirung (Fig. 8 e.) nur schwer erkennen. In der Nähe der Sporenlager und der Spermogonien ist der Inhalt der Hyphen goldgelb gefärbt, in Folge dessen der Theil der grünen Rinde, an welchem durch üppigere Entwicklung des Myceliums die Entstehung der Sporenlager sich vorbereitet, sehr frühzeitig durch gelbe Färbung äusserlich erkennbar wird. Ins Innere der Parenchymzellen sendet das Mycelium vielfach kurze Aeste (Haustorien) (Fig. 6 h.), ist ausserdem deutlich in den Intercellularräumen verzweigt.

Die Dauer des Mycels ist im Allgemeinen eine sehr kurze, da dasselbe unter dem Sporenlager mit dem Zellgewebe bis zur Markröhre nach dem Verstäuben abstirbt. Indirecte Beweise sprechen aber mit grosser Bestimmtheit für die Annahme, dass ein Theil des Myceliums im Zweige perennirt und zu den alljährlich neu sich entwickelnden Trieben emporwächst. In welchem Gewebstheile das Perenniren und das Emporwachsen der Mycelfäden stattfindet, ist zur Zeit noch eine offene Frage.

Fruchtträger und Fortpflanzungsorgane.

Je nach der Witterung in der zweiten Hälfte des Mai oder Anfang Juni, wenn die neuen Triebe der Kiefer sich soweit entwickelt haben, dass die grüne Rinde des Stengels zwischen den Nadelscheiden im unteren Theile desselben zum Vorscheine kommt, die Nadeln selbst aber noch kaum mit ihrer Spitze aus der Scheide hervorsehen, erkennt man an der Rinde anfänglich weissliche, später gelb werdende Stellen, die künftigen Sporenlager im frühesten Entwicklungsstadium. Die mikroskopische Untersuchung zeigt meistens die Spermogonien in weit vorgeschrittenem Zustande, das Uredolager dagegen oft noch fehlend, oft im ersten Stadium der Entwicklung (Fig. 5).

Die Spermogonien (Fig. 5, 6, 7 sp.), welche in grosser Anzahl auf der verfärbten Stelle zerstreut sind, entstehen dadurch, dass die Mycelfäden sich sowohl zwischen die Rindeparenchymzellen als auch zwischen die Zellen der Epidermis drängen, diese auseinander schieben und zwischen der Cuticula (Fig. 6 c.) und den Epidermiszellen (Fig. 6 e.) einen breit kegelförmigen, aus zahlreichen, wellig hin- und hergebogenen feinen, der Spitze des Kegels zustrebenden Hyphen bestehenden

Pilzkörper bilden. Die Cuticula wird durch das Spermogonium etwas nach aussen gedrückt, so dass schon bei schwacher Lupenvergrösserung die kleinen, punktförmigen Organe auf der Epidermis der Rinde (Fig. 2 a.) zu erkennen sind; die Epidermiszellen werden andererseits meist etwas nach innen gedrängt, verschwinden zuweilen aber auch gänzlich im dichten Gewebe des Spermogoniums. Aus der an der Spitze des Kegels aufplatzenden Cuticula gelangen die Spermastien, die in Fig. 6 s stärker vergrössert sind, ins Freie.

Unter der von zahlreichen Spermogonien besetzten gelblich durchscheinenden Epidermisstelle sieht man in der zweiten oder dritten Reihe der Parenchymzellen die ersten Anfänge des Uredosporenlagers sich bilden (Fig. 5). Dasselbe erreicht eine Länge von 1 bis 2 Ctm. und verschiedene Breite. Zuweilen erscheint es als ein schmaler, goldgelber Strich, oft als ein breiter, den vierten Theil des Zweigumfanges einnehmender Fleck (Fig. 2 a. a.). Nicht selten stehen viele schmale Fruchträger so dicht zusammen, dass sie wie ein sehr breites Lager erscheinen.

Die Mycelfäden drängen sich aus dem Innern in grosser Anzahl zwischen die Zellen der Parenchymzellschicht, so dass diese allseitig von Hyphen umgeben sind (Fig. 6 st.), welche unterhalb der nächsten weiter nach aussen liegenden Zellreihe endigen und an der Spitze ein wenig verdickt sind. In den Figuren 5 und 6 ist die dritte Parenchymzellschicht diejenige, in welcher die Basidialschicht gebildet wird, so dass eine zwei Zellen breite Rindeschicht das neue Sporenlager bekleidet. In Fig. 7 dagegen, wo ein weiteres Entwicklungsstadium dargestellt ist, war die zweite Rindenzellschicht der Ort für die Entstehung des Fruchtlagers. Die Zellen, welche von den Basidien umgeben werden, scheinen später zum Theil gänzlich resorbirt zu werden, zuweilen erkennt man zwischen den haufenweise angeordneten Basidien noch die kleinen Lücken, welche als Ueberbleibsel jener Zellen aufzufassen sind (Fig. 8 ff.)

Die eigenthümliche nicht völlig parallele, sondern nach innen resp. unten convergirende Anordnung der Sporenreihen (Fig. 7 u. 8) ist dem Entstehen der Basidien in den Intercellularräumen der Rindezellen zuzuschreiben.

An der Spitze der keulenförmigen Basidien (Fig. 6, 8 b.) findet die Abschnürung der Sporen statt, welche anfänglich sehr zartwandig, durch platte Membranlamellen von einander getrennt sind (Fig. 8 c.). Mit der Vergrösserung der Sporen und der völligen Ausbildung der Sporenwandung verschwinden, wie bei den verwandten Arten auch hier die Lamellen (Fig. 8 d.). Ob die unfertigen Sporen, wie de Bary angiebt, von einer wasserhellen Gallerthülle umgeben sind, muss ich unentschieden lassen, da ich eine solche niemals habe erkennen können. Da die ganze Darstellung de Bary's Seite 627 der genannten Abhandlung als eine in den wesentlichsten Punkten unrichtige bezeichnet werden muss, das Vorhandensein der Membranlamellen von ihm nicht erkannt wurde etc., so darf ein Zweifel an der Richtigkeit der obigen Angabe ebenfalls berechtigt erscheinen. Die Abschnürung der Sporen ist eine successive erfolgende; während die zuerst gebildeten Sporen bereits völlig ausgebildet sind, findet an der Spitze der Basidien noch fortgesetzte Abschnürung von Sporen und Lamellen statt (Fig. 7 u. 8).

Mit der Bildung und Vergrösserung der Sporen, deren wohl einige Zwanzig in der Reihe entstehen mögen, nimmt das Fruchtlager an Grösse zu; die obersten Sporen drängen die bedeckenden Rinde- und Epidermiszellen nach aussen und so

entsteht eine schwielige Auftreibung der gelben Stelle. Der Druck, den das wachsende Fruchtlager ausübt, wirkt gleichzeitig nach innen auf das tieferliegende Rindengewebe, welches dadurch ebenfalls gegen die Mitte des Zweiges gedrängt wird, wodurch dann in der Rinde eine mit Sporen erfüllte Höhlung entsteht. Bei zarten Querschnitten fallen die oberen lockeren Sporen ab und entsteht dadurch zwischen der bedeckenden Rinde- und Epidermisschicht und dem Sporenlager ein leerer Raum. Endlich und zwar zu Anfang oder gegen Mitte Juni platzen die Fruchtlager in einem Längsrisse auf (Fig. 2 a.) und streuen die Sporen aus.

Die Sporen sind meist kuglich, zuweilen oval oder abgerundet, polygonal, 15—20 Mik. gross. Der Inhalt ist feinkörnig, blass gelbröthlich, die Membran farblos, aus zwei Schichten bestehend. Die innere Schicht ist homogen und bildet eine helle Zone unter der äusseren Schicht, welche wie aus zahlreichen, radial gestellten, gleich hohen Stäbchen zusammengefügt erscheint. Diese lösen sich aber nicht, wie bei den Sporen von *Peridermium Pini*, bei Anwendung von Druck von der unteren Schicht ab, scheinen vielmehr völlig mit einander verwachsen zu sein. Nachdem es mir mehrfach missglückt war, Sporen künstlich zum Keimen zu bringen, fand ich gekeimte Sporen (Fig. 9) äusserlich in der nächsten Umgebung der schon längere Zeit geplatzten Uredolager der abgestorbenen Rindendecke anhaftend. Die Keimung zeigt nichts von der anderer Uredineen abweichendes.

Nach Beendigung der Sporenbildung verlängern sich die Basidien noch bedeutend zu farblosen, lang keulenförmigen Schläuchen. Nach dem Aufplatzen des Lagers vertrocknet die Epidermis und Rindeschicht über demselben und rollt sich am Rande zusammen oder wird, besonders wenn mehrere Fruchtlager nahe zusammenstehen, ganz abgestossen. Ende Juni ist die ganze Entwicklung des Parasiten in der Regel soweit beendet, als wir sie bisher beschrieben haben. Wo unser Parasit und in welcher Gestalt er sich von Anfang Juli bis zu Ende Mai des nächsten Jahres befindet, wissen wir noch nicht, doch werde ich auf diese Frage später zurückkommen.

Als bald nach dem Verstäuben der Sporen stirbt das in unmittelbarer Umgebung des Fruchtlagers befindliche Zellgewebe ab, färbt sich braun, vertrocknet oder verkient. Von der Verbreitung, welche das Mycelium im Gewebe der Rinde, des Bast- und Holzkörpers und des Markes während der Entwicklung des Pilzes gefunden hat, hängt es nun ab, wie weit das Absterben des Triebes nach der einen oder anderen Richtung über die Grenzen des eigentlichen Fruchtlagers hinaus sich erstreckt.

In der Regel stirbt der äussere Theil der grünen Rinde mehrere Millimeter breit im Umfange der früher gelben Pilzstelle ab, bräunt sich und schrumpft zusammen. Dieses abgestorbene Gewebe bekleidet noch an mehrjährigen, schon völlig überwallten Pilzwunden den nicht abgestorbenen Theil der grünen Rinde (Fig. 4^x a). Die Angabe de Bary's, dass soweit die Aussenfläche braun werde, auch das innen gelegene Gewebe des Zweiges und zwar sowohl die Rinde, Cambium, Holzkörper und Mark absterben, trifft nur in seltenen Fällen zu. Ausgetretenes Harz füllt oft die Höhle des Fruchtlagers völlig aus und zahlreiche, fäulnissbewohnende Pilzformen entwickeln sich auf dem abgestorbenen Gewebe.

Nach innen stirbt, ausgenommen bei den ganz kleinen, unbedeutend entwickel-

ten Fruchtlagern, Rinde- Bast- Holz- und Markkörper unterhalb des Fruchtlagers ab (Fig. 4^x) und färbt sich braun.

In Markkörper setzt sich die braune Färbung oft 1 bis 2 Ctm. ober und unterhalb des Fruchtlagers fort, ein Beweis, dass hier das Pilzmycel sich weit und kräftig entwickelt hat.

Die Lebensweise des *Caeoma pinitorquum*.

Das *Caeoma pinitorquum* habe ich bisher nur auf der gemeinen Kiefer beobachtet und zwar schon an sehr jungen, wenige Wochen alten Sämlingen (Fig. 1), an denen nicht nur der subcotyledone Stengel (Fig. 1 a.), sondern auch die Samenlappen (Fig. 1 b.) und die kleinen Plumulablätter befallen waren. In einer grösseren Kiefernfaat der Gräflich Schulenburgschen Forsten bei Neustadt Eberswalde entdeckte ich am 29. Juni 1871, dass von den kräftig aufgelaufenen Pflänzchen wenigstens zwei Drittel durch *Caeoma* befallen waren, und die Uredolager bereits im Zustande des Verstäubens waren. Daraus folgt die beachtenswerthe Thatsache, dass die Sporen, durch deren Keimung das *Caeoma* entsteht, Anfang Juni oder gegen Ende Mai anfliegen müssen, da die jungen Pflänzchen erst nach Mitte Mai zum Vorschein gekommen waren. Diejenigen befallenen Pflänzchen, bei denen der Pilz nur auf den Samenlappen sich entwickelt hatte, wuchsen nach dem Vertrocknen dieser Blätter ungestört und kräftig weiter, während die am Stengel befallenen Pflänzchen meist eingingen; ein Beweis, dass der Pilz nicht das Symptom einer inneren Krankheit, sondern die Ursache des localen Absterbens ist. Eine unmittelbar an die Saat angrenzende 10jährige von Aspen und Birken durchsprengte Kiefern Schonung war bereits seit 4 Jahren arg erkrankt, woraus zu schliessen ist, dass die Bedingungen zur Entwicklung des Parasiten d. h. die Pflanzen vorhanden waren, auf denen die Teleutosporenform desselben vegetirt.

Einen interessanten Beitrag zu der Frage, wann die Infection der Pflanzen eintritt, übersandte mir der Oberförstercandidat Roloff. Seinem Briefe entnehme ich folgenden Passus: „Es lässt sich hier (Oberförsterei Ziegelroda) nachweisen, dass in diesem Jahre (1872) die Infection durch Sporen nicht Anfangs Juni, sondern in der Zeit vom 25. April bis 18. Mai erfolgt sein muss. Es wurde nämlich mit den 2jährigen Kiefern eines Saatkampes nicht nur in dem nahe daran grenzenden Districte eine Pflanzung zur Ausführung gebracht, sondern es wurden auch weit davon entfernt in einem anderen Reviere Pflanzen desselben Saatkampes verwendet und zwar am 25. April d. J. Letztere sind, wie ich mich überzeugt habe, völlig gesund, während die im Kampfe verbliebenen, sowie die in der Nachbarschaft ausgepflanzten Kiefern von *Caeoma* befallen wurden.

Andererseits sind die diesjährigen Kiefernfaaten des Kampes, welche am 18. Mai aufzulaufen begannen, keineswegs inficirt.“ . . .

Daraus geht hervor, dass die Infection nicht vor dem 25. April stattgefunden haben kann, weil sonst auch die kurz vor dem 25. April ausgehobenen und verschickten Pflanzen hätten erkranken müssen, wie die im Kampfe verbliebenen oder in der Nähe verpflanzten Kiefern; dass ferner kein allgemeines Uebelfinden der Pflanzen den Pilz erzeugt hat, dieser vielmehr durch Anfliegen von Sporen zur Entwicklung gekommen sein muss.

Das sehr warme Frühjahrswetter hatte im Jahre 1872 der Vegetation einen Vorsprung von 8—14 Tagen verschafft, so dass die sonst Ende Mai erfolgende Infection wohl nach Mitte Mai bereits beendet sein konnte und die später keimenden Saaten verschont blieben.

Einjährige und ältere Kiefern werden stets nur an den jungen Trieben (Fig. 2), nie an den Nadeln befallen. Je jünger die Pflanzen, um so gefährlicher wird ihnen der Parasit. Am häufigsten werden 1 bis 10jährige Schonungen befallen, seltener tritt die Krankheit neu in 10 bis 30jährigen Beständen, nie in älteren auf.

Aus der vorangeschickten Beschreibung des Pilzes ist die äussere Erscheinung desselben an den jungen Maitrieben bekannt. Wo der Pilz in einer Kiefern-schonung zum ersten Male sich zeigt, da tritt er nie in grosser Menge auf, sondern es wird nur ein gewisser Procentsatz der Pflanzen befallen; an diesen zeigen sich nur einzelne Triebe erkrankt, an den Trieben finden sich die goldgelben Flecke ganz vereinzelt.

Der Zweig stirbt in Folge vereinzelter Pilzstellen fast nie ab, sondern bekommt an der kranken Stelle eine Biegung, welche dem Zweige eine S Form giebt, da der obere Theil desselben wieder aufwärts wächst (Fig. 3 a. a.).

Diese Eigenthümlichkeit hat zur Wahl des Namens „Kieferndreher“ Veranlassung gegeben.

Die Wunde überwallt meist schon nach einem Jahre (Fig. 4^x), ist an dem Ueberwallungswulste bei sehr kräftigem Wuchse der Triebe nach 4—5 Jahren kaum noch zu erkennen, an weniger wüchsigen, besonders den Seitenästen älterer Kiefern aber noch nach 10—12 Jahren bemerkbar. Von den leicht damit zu verwechselnden Ueberwallungswunden des Rüsselkäferfrasses unterscheiden sie sich beim Durchschneiden dadurch, dass die Markröhre, der Holz- und Bastkörper des einjährigen Triebes unter der Wundstelle braun gefärbt ist, während die Frassstellen des Rüsselkäfers fast immer in höherem Alter des Triebes entstehen und keine dunkle Färbung des weiter nach innen gelegenen Holzkörpers bis zum Marke hervorrufen.

Ein- und zweijährige Kiefern besitzen noch so dünne Triebe, dass schon ein Fruchtlager hinreicht, um das Absterben derselben im ganzen Umfange zu veranlassen.

Wenn nun auch die junge Pflanze durch Entwicklung der Blattachselknospen oder der Scheidenknospen sich anfänglich noch am Leben erhält, so wirkt doch die fast ausnahmslos und in verstärktem Maasse eintretende Wiederholung der Krankheitserscheinungen in den nächsten Jahren so verderblich, dass erkrankte junge Culturen meist völlig verloren sind. Werden dagegen ältere Schonungen von dem Parasiten befallen, so zeigt die Krankheit selbst bei 3jährigen Pflanzen im ersten Jahre meist keinen sehr bösartigen Charakter, indem, wie bereits erwähnt, anfänglich nur einzelne Triebe sporadisch Pilzflecke tragen. Oft schon im zweiten Jahre, oft erst nach Verlauf eines längeren Zeitraumes kann die Krankheit an Intensität so zunehmen, dass nicht allein alle Pflanzen, sondern an diesen auch sämtliche Triebe am unteren und mittleren Theile von Pilzfruchtlagern so bedeckt sind, dass die Triebe meist mit Ausnahme eines kurzen Stumpfes völlig absterben (Fig. 3 d. 4). Oft kann man an einem Zweige alle Grade des schädlichen Einflusses des Parasiten beobachten. Entweder treten nur Krümmungen der

Zweige ein, die aber doch soweit sich erholen, dass die Knospen zur Ausbildung gelangen und im nächsten Jahre neue kräftige Triebe entwickeln (Fig. 3 a. a.), oder der Zweig wird so sehr geschwächt, dass die Knospen nur kümmerlich treiben (Fig. 3 b.) oder ganz absterben (Fig. 3 c.). Sind die Triebe auf allen Seiten mit zahlreichen Pilzstellen behaftet, so sterben sie auch gänzlich ab (Fig. 3 d. u. 4 a.) oder es bleibt nur der unterste Theil derselben am Leben (Fig. 4 b.). Es entwickeln sich dann im nächsten Jahre mehrere der in den Kurztrieben zwischen den Nadeln verborgenen Scheidenknospen zu Scheidentrieben (Fig. 4 b.), oder es kommen schlafende Quirlknospen zur Ausbildung (Fig. 4 c.).

Schonungen, in denen die Krankheit recht intensiv aufgetreten ist, machen im Juli den Eindruck, als hätte ein Spätfrost die neuen Triebe getödtet. Seit mehreren Jahren schon erkrankte Bestände gewähren das Bild eines vom Rothwilde jährlich stark verbissenen Ortes. Schonungen, die vor dem 6 bis 8 jährigen Alter befallen werden, sind in den meisten Fällen als verloren zu betrachten, da sie völlig verkrüppeln. In späterem Alter befallene Pflanzen zeigen zwar vielfache Krümmungen der Zweige oder des Stammes, erkranken aber nicht in so hohem Grade, wie jüngere Kiefern.

Das Gefährliche der Krankheit liegt vorzugsweise in dem Umstande, dass die einmal befallene Pflanze alljährlich die Krankheit wieder bekommt. Die Intensität ist allerdings ungemein verschieden in den einzelnen Jahren und hängt ganz von Witterungsverhältnissen ab. Ist das Frühjahr ein nasskaltes, dann entwickelt sich der Parasit in ungemein üppiger Weise. Die Sporenlager erscheinen in grosser Anzahl und ausgezeichneter Perfection und Ausdehnung, so dass das Absterben der Zweige massenhaft erfolgt. Ist das Frühjahrswetter dagegen warm und trocken, dann wird die Entwicklung des Pilzes sehr zurückgehalten, ja die Ausbildung der Sporenlager kommt über die erste Anlage meist gar nicht hinaus. In diesem Jahre war die Krankheit selbst in den am meisten befallenen Beständen so unbedeutend, dass kaum etwas davon zu bemerken war. Bei genauerer Untersuchung zeigten sich zwar an den neuen Trieben die Anfänge der Pilzstellen durch gelbe Färbung, in vielen Fällen kam deren Ausbildung aber kaum bis zu dem Fig. 5 dargestellten Entwicklungsstadium. Die Stellen schrumpften später etwas zusammen, eine Entwicklung von Sporen fand aber gar nicht statt. Es liegt der Gedanke nahe, diese Thatsache dadurch zu erklären, dass das Pilzmycel sich nur dann im Gewebe der Pflanze üppig zu entwickeln vermag, wenn die durch nasskalte Witterung gehemmte Verdunstung der Kiefer einen höheren Grad der Sättigung mit Feuchtigkeit im Zellgewebe der Pflanze herbeigeführt hat, wogegen starke Verdunstung bei trockner Luft einen der Entwicklung des Pilzes ungünstigen Feuchtigkeitsmangel mit sich bringt. Es ist wahrscheinlich, dass durch eine Reihenfolge trockner Jahre die Entwicklung des Pilzes so sehr beeinträchtigt werden kann, dass eine Genesung der einmal erkrankten Pflanzen eintritt, dass ferner das weniger intensive Auftreten der Krankheit an älteren Kiefern mit einem geringeren Saftreichthume der jungen Triebe im Zusammenhange steht; doch sind dies nur Annahmen, die ich zur Erklärung einer vorläufig anderweit nicht zu erklärenden Erscheinung hinstellen möchte.

Die Annahme, dass der Pilz im Inneren der einmal befallenen Pflanze perennirt, aus dem vorjährigen Triebe das Mycelium in die Knospen oder neuen Triebe nachwachse und hier ohne neue Infection von aussen die Fruchtlager zu entwickeln

vermag, schliesse ich aus der Art der Krankheitserscheinungen. Wird eine bisher gesunde Kiefer zum ersten Male von der Krankheit befallen, so zeigt dieselbe nur an einigen Trieben Pilzstellen, und zwar fast stets nur auf derjenigen Seite der Triebe, welche dem Heerde (darüber später) der Krankheit zugewendet ist.

Schon im zweiten Jahre zeigen dann aber fast sämmtliche Quirl- und Mitteltriebe der im Vorjahre erkrankten Zweige die Krankheit, die nunmehr nicht auf eine Seite derselben beschränkt ist.

Die Pilzstellen stehen nun auf allen Seiten in ziemlich gleicher Menge vertheilt, sind auch viel zahlreicher und treten jedes Jahr von neuem auf, wenn auch je nach den Witterungsverhältnissen in verschiedener Intensität. Ich kenne einige Bestände, in welchen an den noch erkennbaren Wundstellen sich nachweisen lässt, dass seit 12 Jahren die Krankheit ohne Unterbrechung alljährlich wiedergekehrt ist.

Sehr beachtenswerth ist das oft sehr bestimmt nachweisbare jährliche Fortschreiten der Krankheit, da dies besonders geeignet ist, etwaige Versuche, dieselben aus Boden- oder Witterungseinflüssen abzuleiten, zu widerlegen. Ein Beispiel mag hier angeführt werden. Nahe bei Neustadt befindet sich ein jetzt ca. 20-jähriger Kiefernbestand von ca. 50 Hectar Grösse, welcher im Westen, Süden und Osten von älterem Holze eingeschlossen ist, im Norden unmittelbar an das Feld grenzt. Dicht am Felde, an der Nordwestseite war die Krankheit vor ca. 14 Jahren zuerst aufgetreten, hatte sich daselbst bis zum Jahre 1866 ganz langsam über eine ca. 5 Hectar grosse Fläche verbreitet, von der aus vom Jahre 1867 an die Krankheit schnell gegen Süden vorrückte und zwar:

	im Jahre 1867 um	50 Schritte	
„	„ 1868	70	„
„	„ 1869	50	„
„	„ 1870	130	„
„	„ 1871	160	„

d. h. bis zu dem Südrande des Bestandes, der nunmehr durchweg erkrankt ist. Es sind mir nahezu 40 Bestände aus eigener Anschauung bekannt, welche mehr oder weniger stark erkrankt sind. Die speciellen, Seite 110—122 der citirten Abhandlung in der Zeitschrift für Forst und Jagdwesen mitgetheilten, Beobachtungsergebnisse gebe ich hier nicht wieder, sondern entnehme denselben nur das, was als Indication für den noch nachzuweisenden Zusammenhang mit einer Teleutosporenform beachtenswerth zu sein scheint, nämlich die Thatsache, dass ausnahmslos alle von mir selbst in Augenschein genommenen erkrankten Bestände unmittelbar oder doch so nahe am Felde lagen, dass die Infection durch einen auf Ackerpflanzen oder Ackerunkräutern vegetirenden Pilz leicht erfolgen konnte. Wo die Krankheit in einer Schonung zuerst aufgetreten, war dies immer an der Feldseite, von der aus der Parasit tiefer in den Bestand eingedrungen war. Im ersten Jahre zeigten sich fast ohne Ausnahme die kranken Stellen an der Seite der Triebe, die dem Felde zugewandt war; an der äussersten Grenze des jedesmaligen Verbreitungsbezirktes, entfernt vom Felde, waren es nur die kräftigsten, über die Durchschnittshöhe der vorliegenden Schonung emporragenden Kiefern, welche in ihren Gipfeltrieben erkrankt waren, während die unteren Triebe, sowie die niedrigen Pflanzen gesund, d. h. vor dem Anfliegen der Sporen geschützt waren. Einige Ausnahmefälle dieser Regel, in welchen erkrankte Bestände mitten im Walde lagen, bestätigten mir jedesmal die Regel, indem entweder in unmittelbarer Nähe

derselben kleine Waldfeldbauflächen sich vorfanden, oder Dienstländereien der Forstbeamten so zu den erkrankten Beständen situirt lagen, dass unter Berücksichtigung der herrschenden Windrichtung eine Infection von dort aus sehr wohl anzunehmen war.

Eine zweite Thatsache ist noch zu erwähnen, es ist dies das fast ausnahmslose Auftreten von Aspen (*Populus tremula*) in den Beständen, die erkrankt waren. Die sehr verbreitete, auf den Aspenblättern schmarotzende *Melampsora Populi* kann nicht wohl in Frage kommen, da die zugehörige Uredoform als *Epitea Populi* bekannt ist, da ferner der Pappelrost auch in solchen Gegenden allgemein verbreitet ist, in denen das *Caeoma* nicht auftritt.

Im Uebrigen geht aus den zahlreichen eigenen und den mir mitgetheilten Beobachtungen anderer nur noch hervor, dass die Krankheit durch ganz Norddeutschland stellenweise auftritt, dass sie auf den besten und schlechtesten, auf frischen und trocknen Böden sich zeigt, dass nasskalte Witterung die Krankheit befördert, trockenheisse Witterung sie zurückhält. Abgesehen von der ganz allgemein anerkannten und wohl erklärbaren Begünstigung der Pilzkeimung und Entwicklung durch nasse Witterung habe ich den speciellen Einfluss derselben auf die Entwicklung des *Caeoma* bereits besprochen.

Vorbeugungs- oder Vertilgungsmassregeln bin ich vorerst nicht im Stande, in Vorschlag zu bringen, bis es mir geglückt ist, die Pflanzen zu nennen, auf denen die Sporen des *Caeoma* keimen und vom Juli bis Mai andere Pilzformen erzeugen.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. V. Fig. 1—9.)

Fig. 1. Kiefernkeimling, von *Caeoma pinitorquum* am Stengel bei a und an den Samenlappen b b befallen.

Fig. 2. Junger Kieferntrieb (Mitte Juni) mit *Caeoma*fruchtlagern a a. Die aus den Scheiden bereits nahezu zur Hälfte hervorsehenden Nadelbüschel sind mit Ausschluss der obersten abgepflückt. Auf den gelb gefärbten, dicht vor dem Aufplatzen befindlichen Rindestellen sind die etwas erhabenen punktförmigen Spermogonien zu erkennen.

Fig. 3. Zweig einer bereits seit 15 Jahren erkrankten Kiefer. Die Fruchtlager haben theils nur eine Krümmung der Triebe zur Folge gehabt a a, theils eine Schwächung der nächstjährigen Triebe b oder selbst ein Absterben der Knospen c hervorgerufen oder endlich den Trieb gänzlich getödtet d.

Fig. 4. Zweig desselben Baumes, dessen vorjährige Triebe entweder gänzlich a oder im oberen Theile b abgestorben sind. An dem lebenden unteren Theile derselben haben sich Scheidenknospen zu Scheidentrieben b, an der Quirlstelle schlafende Quirlknospen zu neuen Quirltrieben c entwickelt.

Fig. 4^x Durchschnitt durch eine nahezu überwallte Wundstelle eines zweijährigen Kieferntriebes. a Die nach dem Verstäuben abgestorbene Rinde in der Umgebung des Fruchtlagers, unter welchem Rinde, Bast, Holz und Markröhre gebräunt ist.

Fig. 5 und 6. Querschnitt durch ein entstehendes Sporenlager. Das intercellulare Mycelium a sendet zahlreiche Haustorien h in die Rindezellen, drängt

sich reichlich zwischen die äussersten Rinde- und Epidermiszellen und entwickelt zwischen der Cuticula c und den letzteren e e. die Spermogonien sp. von denen eine grosse Anzahl das künftige Uredosporenlager bedeckt. Dieses entsteht in der dritten Rindenzellschicht (st.), indem zahlreiche, gegen die Spitze keulig verdickte Hyphen (b. b.) sich zwischen diese Zellen von unten drängen und dieselben von allen Seiten umschliessen. Die von den Spermogonien erzeugten Spermatien sind bei s stärker vergrössert.

Fig. 7 und 8. Ein weiteres Entwicklungsstadium des Caeomalagers. Die zwischen den theilweise resorbirten, theils stark zusammengedrückten Rindezellen ff stehenden Basidien b schnüren die anfänglich zartwandigen, durch Membranlamellen von einander getrennten Sporen c an der Spitze succedan ab. Die Membranlamellen verschwinden mit der Ausbildung der Sporenmembran (d). Die das Lager bedeckende Rindenschicht ist noch nicht geplatzt, da die Zahl und Ausbildung der Sporen noch eine geringe ist.

Fig. 9. Gekeimte Sporen.

Caeoma Laricis. R. Hrtg.

(Taf. V. Fig. 10—16).

Der Lärchennadelrost.

Den zahlreichen Anfeindungen, denen die Lärche durch Witterung, Insecten und Pilze ausgesetzt ist, gesellt sich ein neuer Pilz hinzu, der zwar bis jetzt noch sehr selten zu nennen ist, hier aber doch besprochen werden mag, da eine allgemeinere Verbreitung desselben in der Folge eintreten könnte oder vielleicht an anderen Orten schon eingetreten ist. Es ist ein neuer, dem *Caeoma pinitorquum* nahe verwandter Rostpilz, den ich auf den Nadeln 3 bis 40 jährigen Lärchen zuerst im Jahre 1872, sodann aufs Neue in diesem Jahre im forstbotanischen Garten bei Neustadt entdeckte.

Gegen das Ende des Monat Mai oder in der ersten Hälfte des Juni findet man die Sporenlager des Parasiten auf den Nadeln (Fig. 10, 11) und zwar vorwiegend auf deren Unterseite, so dass ein sorgfältiges Nachforschen nach denselben stattfinden muss, wenn man sie in jugendlichem Zustande auffinden will. Später färbt sich auch die Oberseite der Nadeln an dem inficirten Theile gelblich und schrumpft die Nadel wenigstens im oberen Theile zusammen; dann ist es oft kaum noch möglich, die zusammengetrockneten Sporenlager auf der mit diesen gleich gefärbten Nadel zu erkennen.

Das Mycelium ist intercellular (Fig. 12 bis 15), besteht aus 3 bis 4,5 Mik. dicken Hyphen, die reich verästelt, septirt und farblos sind. Haustorien habe ich nicht entdecken können. Die Einwirkung der Fäden auf die chlorophyllhaltigen Nadelparenchymzellen ist sehr verschiedenartig in den einzelnen Nadeln. Zuweilen geht allmählig der grüne Farbstoff der Chlorophyllkörner verloren; diese büssen später ihre Form ein und verschwinden endlich ganz. Nur selten sah ich hier und da eine Umwandlung des Chlorophylls in Stärkemehl eintreten. Oft bleibt der grüne Farbstoff bis zu der Zeit conservirt, wo nach dem Verstäuben der Spo-

renlager das ganze Zellgewebe abstirbt, und erkennt man nur an dem Zusammenschrumpfen des Innenschlauches einen nachtheiligen Einfluss auf die Gesundheit der Zelle. Endlich kommt es aber auch vor, dass der Zelleninhalt eine braungelbe Färbung annimmt, noch ehe ein Vertrocknen des ganzen Zellgewebes eintritt.

Das Mycelium verbreitet sich im Gewebe der Nadel in einer Erstreckung von 5 bis 15 Mm., bildet vorzugsweise auf der Unterseite, zum Theil auch auf der Oberseite der Nadel die Spermogonien, die als zahlreiche, kleine längliche Erhebungen fast mit unbewaffnetem Auge zu erkennen sind (Fig. 10, 11 a.). Der Bau derselben stimmt fast völlig überein mit dem der Spermogonien von *Peridermium Pini acicola* und *Caeoma pinitorquum*.

Das Mycelium dringt hier und da in reicher Menge zwischen die Epidermiszellen, die auseinandergedrängt werden und der Entwicklung des meist flach kegelförmigen Organes (Fig. 12, 13, 15 sp.) Raum geben. Das Stroma, von dessen Oberfläche die zarten, Spermation abschnürenden Fäden entspringen, besteht auch hier aus einem Pseudoparenchym (Fig. 13 p.), welches durch Verwachsung zahlreicher, aus dem Inneren hervordringender Mycelfäden entstanden ist. Zuweilen durchbricht das Spermogonium, welches in der Regel von der zarten Cuticula bekleidet ist, die Epidermis in Gestalt eines weit hervorragenden Buschels (Fig. 13), welches schon mit unbewaffnetem Auge als kleines helles Pünktchen zu erkennen ist. Die Gestalt der Spermation (Fig. 13 d.) ist variabel, birnförmig oder kurz cylindrisch, zu beiden Seiten gleichmässig abgerundet.

Die Uredosporenlager erscheinen fast ausnahmslos auf der Unterseite der Nadel; ihre Länge beträgt 1—5 Mm., ihre Breite ist sehr verschieden, erreicht aber wohl selten ein Drittel der Nadelbreite, so dass, wenn auch zwei Sporenlager neben einander, auf jeder Nadelhalbseite verlaufen, die Nadelrippe und der Rand frei bleiben (Fig. 11). Meist stehen mehrere kleine Sporenlager nahe bei einander. Ist dasselbe geplatzt, so umgiebt ein rechtwinklig abstehender weisser, zerfressener Rand das flache, sporenarme Lager (Fig. 11 b.).

Das Stroma besteht aus zahlreichen, wirr durcheinander verflochtenen, aber vorwiegend rechtwinklig zur Längsachse der Nadel verlaufenden Hyphen. Ein Querschnitt durch Nadel und Stroma (Fig. 14, st.) lässt die Hyphen deutlich erkennen, während im Längsschnitte (Fig. 15 st.) das Stroma das Ansehen eines Scheinparenchyms gewinnt.

Aus der Lagerung des Nadelparenchyms lässt sich diese Bildung des Stromas leicht erklären. Von der Oberseite desselben erheben sich die kleinen Basidien (Fig. 14 b.), an deren Spitze die Abschnürung der durch kleine Membranelamellen von einander getrennten Sporen stattfindet (Fig. 14 c.).

Die kurzen Lamellen verschwinden mit der Ausbildung der Sporenmembran, die sich von der der *Caeoma pinitorquum* Sporen durch die geringere Anzahl d. h. den weiteren Abstand der warzenförmigen Verdickungen unterscheidet. Die Sporen sind etwas grösser, als die von *C. pinit.*, nämlich 20—22 Mik. gross, rundlich, eiförmig oder polygonal.

Nach längerem Liegen im Wasser vergrössern sie sich erheblich bis zu einem Durchmesser von 30 Mik., der goldgelbe plasmatische Inhalt wird durch eine Anzahl mit wasserklarer Flüssigkeit erfüllter Bläschen gegen aussen gedrängt (Fig. 16).

Eine Keimung der Sporen zu beobachten, ist mir noch nicht geglückt. Die Fähigkeit der Basidien, Sporen abzuschneiden, scheint eine sehr beschränkte zu sein. Jedenfalls steht sie sehr zurück gegenüber den Sporenmengen, welche durch *Caeoma pinit.* und vor allem durch *Perid. Pini* erzeugt werden.

Mehr als ca. 6 Sporen habe ich nie in einer Reihe bemerkt und dürfte die mögliche Zahl die angegebene nur wenig überschreiten.

Jedes Sporenlager ist umgrenzt von einer ziemlich breiten Zone steriler Basidien, die zu colossalen mehrzelligen, die Epidermis nach aussen drängenden Schläuchen heranwachsen (Fig. 12, 14 s.). Sie bilden den abstehenden weisslichen Rand, welcher schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen ist (Fig. 11), und den ich vor genauerer Untersuchung anfänglich für die Ueberreste einer Peridie zu halten geneigt war. Sie vertreten die Stelle der keulenförmigen sog. Paraphysen, welche die Sporenhäufchen der Gattung *Epitea* umgeben.

Vereinzelte gelbe Oeltröpfchen bilden den einzigen Inhalt der sonst farblosen Schläuche. Ihre Länge beträgt in der Regel 50—100 Mik. von dem gemeinsamen Stroma an gemessen.

Von allgemeinem wissenschaftlichen Interesse ist die Thatsache, dass oft völlig sterile Fruchtlager vorkommen, deren sämtliche Basidien zu solchen Schläuchen (Paraphysen) ungeformt sind, wie wir sie soeben als Umgrenzung der fruchtbaren Sporenlager beschrieben haben. Ein Theil eines solchen nahezu sterilen Fruchtlagers habe ich Fig. 15 im Längsdurchschnitte gezeichnet. Die Basidien, welche in der Peripherie des Stromas liegen, drängen gegen die Epidermis, um diese abzuheben, können sich nicht völlig ungestört zu Schläuchen entwickeln, bilden vielmehr ein grosszelliges Scheinparenchym (Fig. 15 e.).

Die mehr nach innen gelegenen Basidien, welche von der Spermogonien tragenden Epidermis, nachdem dieselbe abgehoben ist, nicht in der Entwicklung behindert werden, wachsen zu einer 100 bis 130 Mik. hohen, farblosen lockeren Schicht von Scheinparenchym heran, deren Endzellen meist breit abgerundet (Fig. 15 a.) und ebenso gebildet sind, wie die (Fig. 14 s. gezeichneten) Randschläuche.

Oftmals sind dieselben aber schmal und langgestreckt (Fig. 15 b.) oder fast kugelförmig und mit stark verdickter Wandung (Fig. 15 c.).

Letztere sind dann kaum verschieden von den knopfförmig verdickten Paraphysen in den Sporenhäufchen der *Epitea Salicis*, wie sie de Bary in Tafel IV. Fig. 6 seiner „Untersuchungen über die Brandpilze“ darstellt.

Das ganze sterile Fruchtlager ist farblos und dadurch schon mit unbewaffnetem Auge von den goldgelb gefärbten Sporenerzeugenden Fruchtlagern zu unterscheiden.

Zuweilen kommen mitten in der sterilen Zellgewebsschicht kleine Stellen mit normalen und fruchtbaren Basidien vor, die dann in beschriebener Weise Sporen abschneiden (Fig. 15 d.).

Nach dem Verstäuben der Sporen stirbt das Zellgewebe der Nadel, soweit sich im Innern das Mycelium entwickelt hat, ab, in Folge dessen dann auch die bisher gesund verbliebene Spitze der Nadel verloren geht.

Der Parasit wird nur dann einen beachtenswerthen Schaden herbeiführen können, wenn er in grosser Menge die Nadeln der Lärche beschädigt, etwa in der

Menge, in der *Chermes Laricis* auftritt, deren Beschädigung mit der unseres Pilzes in mehrfacher Beziehung vergleichbar ist.

Bisher gehört der Pilz noch zu den mycologischen Novitäten. Indicationen für den Generationswechsel fehlen noch.

Beachtenswerthe Einflüsse des Bodens, der Witterung oder des allgemeinen Befindens der befallenen Pflanzen sind nicht bekannt. Es waren die im üppigsten Wuchse stehenden 3 und 4 jährigen Lärchen eines grösseren Pflanzbeetes, eine Anzahl sehr kräftiger ca. 10 jähriger und ca. 40 jähriger Lärchen, die den Parasiten trugen.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. V. Fig. 10—16.)

Fig. 10. Spitze eines Lärchenzweiges mit drei von *Caeoma Laricis* befallenen Nadeln.

Fig. 11. Ein Stück einer von *C. Laricis* befallenen Nadel (Unterseite). Die Spermogonien a stehen zahlreich auf der Oberfläche gruppenweise oder einzeln zerstreut. Die Uredosporenlager (b) sind aufgeplatzt, die Epidermis ist abgestossen, nur im Umfange derselben einen abstehenden schmalen Rand bildend.

Fig. 12. Längsschnitt durch die erkrankte Stelle einer Lärchennadel. Drei Spermogonien sp. sind auf der Aussen- oder Unterseite der Nadel, nur eines auf der Innen- oder Oberseite derselben durchschnitten. Das intercellulare Mycelium entwickelt ein starkes Stroma unter der Epidermis, von dem die reihenweis Sporen abschnürenden Basidien entspringen. Am Rande des Sporenlagers entwickeln sich sterile Basidien zu Schläuchen (s), welche gegen die Epidermis drücken.

Fig. 13. Querschnitt durch ein Spermogonium, welches die Epidermis völlig gesprengt hat und büschelförmig hervorsehend die bei d stärker vergrösserten Spermation abschnürt. Die Fäden entspringen einem Stroma von Scheinparenchym (p).

Fig. 14. Querschnitt durch den Rand eines Uredosporenlagers. Das Stroma (st.) wird aus ziemlich parallel laufenden aber verschlungenen Hyphen gebildet, von denen sich die kleinen Basidien (b) erheben, welche wenige durch kurze Membranlamellen getrennte Sporen (c) abschnüren. Die fertigen Sporen d mit gelbem Inhalt und zahlreichen warzenförmigen Verdickungen auf der Oberfläche. Die Basidien des Randes bleiben steril und entwickeln sich zu mehrzelligen grossen Schläuchen s, welche die Epidermis rechtwinklig nach aussen drängen.

Fig. 15. Längsschnitt durch ein nahezu steriles Fruchtlager von *Caeoma Laricis*. Das Stroma ist rechtwinklig auf die Längsrichtung seiner Hyphen durchschnitten st. Von ihm erheben sich die sterilen Basidien zu grosszelligen Schläuchen heranwachsend, die bei freier Entwicklung im Innern des Lagers mit grossen

dicken (a), oder mit langgestreckten (b), oder mit knopfförmigen, dickwandigen (c) Endzellen abschliessen, während sie in dem äusseren Theile des Lagers durch den Druck der Epidermis zu einem aus eckigen Zellen bestehenden Scheinparenchym (e) umgestaltet werden. Nur an einem kleinen Flecke (d) sind die Basidien normal und Sporen abschnürend.

Fig. 16. Eine nach achttägigem Aufenthalte im Wasser und in feuchter Luft stark gequollene Spore, deren Plasma durch wasserhelle Bläschen gegen den Rand gedrängt ist.

Peziza Willkommii R. Hrtg.

(Taf. V. Fig. 16—21).

Der Lärchenrindenpilz.

Es liegt nicht in meiner Absicht, hier über die, in den letzten Jahren sovielfach erörterte, von Willkomm zuerst ausführlich bearbeitete Krankheit der Lärche meine Ansichten und Erfahrungen zum Besten zu geben, behalte mir dies für eine spätere Veröffentlichung vor. Es kommt mir vielmehr darauf an, endlich einmal dem für jene Krankheit charakteristischen, an der Rinde und besonders an Krebsstellen zum Vorschein kommenden Pilze einen eigenen Namen zu geben, da, wie ich nachweisen werde, derselbe bisher mit anderen Pilzen verwechselt worden ist und noch keinen Namen besitzt.

Es giebt mehrere Pilze, welche bei flüchtiger Betrachtung wohl mit einander verwechselt werden können, indem die Fruchträger durch becherförmige Gestalt und durch die rothe Färbung der Hymenialschicht eine gewisse Aehnlichkeit mit einander zeigen.

Als Willkomm das erste Material zur Untersuchung der Lärchenkrankheit zugesandt erhielt, schickte er erkrankte Zweige mit den Fruchträgern des Lärchenpilzes an Rabenhorst mit dem Ersuchen um Bestimmung des Pilzes.

Da dieser berühmte Pilzkenner sicherlich mit ähnlichen Anfragen in einer Weise erfreut wird, die es ihm unmöglich machen, seine Bestimmungen sämmtlich auf Grund mikroskopischer Untersuchungen abzugeben, so erklärt sich sehr wohl dessen Irrthum, wenn er den Lärchenpilz mit dem Namen: *Corticium amorphum* Fr. an Willkomm zurücksandte. Es ist nicht wohl zu entschuldigen, dass der Letztere die Bestimmung blindlings acceptirte, da ihn ein Blick in: Rabenhorst Deutschlands Cryptogamen-Flora Band I, Seite 391 belehren musste, dass *Corticium amorphum* Fr. oder Syn. *Thelephora amorphia* Fr. oder *Peziza amorphia* Pers. zu den Basidiomyceten gehört und an der Spitze der Schläuche je 4 Sporen trägt,

während der Lärchenpilz zu den Ascomyceten gehört. Der Fruchträger von *Cort. amorphum* (Fig. 16) ist zwar auch etwas becherförmig, aber mit kürzerem und breiterem Stiele versehen. Die Sporen (Fig. 17 c.) entstehen auf Sterigmen an der Spitze grosser Schläuche (Fig. 17 b.), die von Paraphysen (Fig. 17 d.) umgeben sind, deren Spitze rosenkranzförmig eingeschnürt ist.

Der Pilz ist überall häufig, so auch bei Neustadt im dortigen forstbotanischen Garten an der Rinde abgestorbener Weisstannen oder Zweige dieser Holzart.

Hoffmann in Giessen machte bereits im Maihefte der Forst- und Jagd-Zeitung von 1868 bei einem Berichte über Willkomm's: Mikroskopische Feinde darauf aufmerksam, dass bei der Bestimmung des Pilzes ein Irrthum vorgefallen sein müsse, da die Fructificationsform wohl für eine *Peziza* aber nicht für *Corticium* passe. Irre ich nicht, so war es auch Hoffmann, der später den jetzt acceptirten Namen *Peziza calycina* Schum. für *Corticium amorphum* an die Stelle setzte. War diese Benennung nun auch nicht richtig, wie gleich gezeigt werden soll, so war der Irrthum doch durchaus entschuldbar, ja es konnte Hoffmann beim Bestimmen des Pilzes auf keinen anderen Namen kommen, denn die Beschreibung der *Peziza calycina* stimmt völlig überein mit den Charakteren des Lärchenpilzes. Fries unterscheidet in seinem *Systema mycologicum* II. 91, zwei Varietäten der *Peziza calycina*, die mehr nach der Holzart, als nach, meines Erachtens sehr unwesentlichen, Modificationen der Färbung der Fruchträger gebildet sind, nämlich *Pez. calycina* α *Pini silvestris*? in ramis dejectis putrescentibus *Pini silvestris* β . *Abietis*: ad cortices abiegnos.

Dazu kommt in Fries: *Elenchus fungorum* II. 8 eine dritte Varietät *Peziza calycina* γ . *Laricis*: in ramis *Pini Laricis*, *P. balsameae*. Rabenhorst (Deutschlands Cryptogamen Flora p. 362) nimmt nur die ersten beiden Varietäten auf, unterscheidet dieselben aber ebenfalls nur nach der Färbung der Fruchträger.

Die *Peziza calycina* Schum. β . *Abietis*, die ich im Erzgebirge an der Rinde abgestorbener Weisstannenzweige sammelte, habe ich (Fig. 18 und 19) abgebildet. Fruchträger und Gestalt der Asken und Paraphysen sind nur in unwesentlichen Punkten von den Fruchträgern (Fig. 20) und den Asken und Paraphysen (Fig. 21) des Pilzes der Lärchenkrankheit verschieden.

Ein Art begründender Unterschied liegt aber in der durchaus verschiedenen Grösse der Asken, Sporen und Paraphysen. Ich habe desshalb den von Willkomm so genau beschriebenen und correct abgebildeten Pilz der Lärchenkrankheit zu Ehren desselben *Peziza Willkommii* genannt. Der Unterschied ist folgender: *Pez. calycina*: Grösse der Asken: 66 Mik., der Sporen: 7,5 Mik., der Paraphysen: 75 Mik., *Peziza Willkommii* Grösse der Asken: 160 Mik., der Sporen: 18 Mik., der Paraphysen: 200 Mik.

Dazu kommt noch eine Verschiedenheit in der Form der Sporen, welche bei *Pez. calyc.* öfters eiförmig (Fig. 19 a), bei *Pez. Willk.* (Fig. 21 a.) stets völlig elliptisch ist. Die Form der Fruchträger ist zu variabel, um geeignete Anhaltspunkte zur Unterscheidung beider Arten darzubieten. Was die übrigen Charaktere der *Pez. Willk.* betrifft, so verweise ich auf die Seite 200 f. der „Mikroskopischen Feinde“ von Willkomm gegebene Darstellung. Die daselbst Taf. XIV. den Figuren beigefügten Vergrösserungsziffern sind zu hoch angegeben.

Es ist mir wahrscheinlich, dass *Pez. Willkommii* identisch ist mit der *Peziza calycina* var. *Laricis* Chaillet.

Wichtig ist die Feststellung des Pilzes als besondere, der Lärche eigenthümliche Art, weil das allgemeine Vorkommen des *Corticium amorphum* und der *Peziza calycina* durch ganz Deutschland seit langen Zeiten ein Moment war, welches von den Gegnern der Willkomm'schen Ansicht benutzt werden konnte, um den Lärchenpilz von jeder Mitschuld an der Verbreitung der Lärchenkrankheit seit wenigen Decennien frei zu sprechen.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. V. Fig. 16—21.)

Fig. 16. Durchschnittener Fruchträger von *Corticium amorphum* Fr. auf Weisstannenrinde. a. Die Hymenialschicht.

Fig. 17. Eine Anzahl von Basidien b aus der Hymenialschicht des *Corticium amorphum*. An der Spitze derselben entstehen vier Auswüchse (Sterigmen), deren Ende zur Spore c anschwillt. d Paraphysen, welche nach oben rosenkranzförmig verdickt und zuweilen verästelt sind.

Fig. 18. Durchschnittener Fruchträger von *Peziza calycina* auf Weisstannenrinde. a Die Hymenialschicht.

Fig. 19. Eine Anzahl von Asken b, aus der Hymenialschicht der *Pez. calycina*, in denen je 8 eiförmige Sporen a sich gebildet haben, mit mehreren fadenförmigen Paraphysen c.

Fig. 20. Durchschnittener Fruchträger von *Peziza Willkommii* auf Lärchenrinde. a Hymenialschicht.

Fig. 21. Mehrere Asken b aus der Hymenialschicht der *Pez. Willkommii*, in denen je 8 elliptische Sporen a sich gebildet haben, mit mehreren fadenförmigen Paraphysen (c).

Hysterium (Hypoderma) macrosporum R. Hrtg.

(Taf. VI. Fig. 1—17).

Der Fichtenritzenschorf.

Erzeuger der Fichten-Nadelbräune, Nadelröthe und Nadelschütte.

Im Winter 1868/9 erhielt ich durch den Grafen Bethusy-Huc aus der Oberförsterei Morbach im Regierungsbezirke Trier Fichtenzweige zugesandt, welche von einer Krankheit befallen waren, die ich seitdem durch das ganze nördliche und mittlere Deutschland verbreitet gefunden habe und zwar in einer Ausdehnung, welche die grösste Beachtung der Forstleute verdient, da sie nicht weniger häufig und nachtheilig sein dürfte, als der sogenannte Fichtennadelrost, welcher durch *Chrysomyxa Abietis* hervorgerufen wird.

Die Nadelbräune unterscheidet sich vom Nadelrost, mit dem sie bisher von den Forstleuten meist verwechselt sein dürfte, auf den ersten Blick dadurch, dass bei letzterem die Nadeln der 1jährigen, niemals die der mehrjährigen Triebe absterben, dass bei der Bräune die Nadeln sich bräunen und röthen, ohne zu irgend einer Zeit die hellgelbe oder goldgelbe Färbung anzunehmen, welche den von *Chrysomyxa* befallenen Nadeln eigenthümlich ist. Der Parasit, welcher die Nadelbräune oder Nadelschütte der Fichte veranlasst, wurde bisher von dem Mycologen nicht beschrieben, da er ohne nähere Untersuchung als identisch mit dem *Hysterium* (*Hypoderma*) *nervisequium* De C. auf der Weisstanne betrachtet wurde.

Die genauere Beschreibung des letztgenannten Pilzes wird noch in der nächsten Abhandlung nachfolgen.

Ich stelle aber schon hier die Nachweise aus der Litteratur zusammen, aus denen hervorgeht, dass der in Frage stehende Fichtenritzenschorf noch nicht beschrieben resp. mit dem *Hypoderma nervisequium* verwechselt worden ist.

De Candolle*) beschreibt zuerst *Hypoderma nervisequium* und sagt von ihm: „Cette espèce croit à la surface inferieure des feuilles du sapin, elle se developpe

*) De Candolle. Flore française V. 167.

sur la nervure moyenne, d'abord par des points oblongs et interrompus, ceux-ci se réunissent, tous ensemble et forment une raie longitudinale, convexe, noirâtre, qui occupe toute la longueur de la nervure, et qui s'ouvre par une fente longitudinale, la substance interne est de couleur pâle, non pulvérulente, les individus âgés offrent souvent une petite cavité longitudinale. Cette production a été observée dans les Vosges par MM. Mougeot et Nestler. —

Fries*) sah das Hypoderma auf der Fichte (*Abies excelsa*) und hielt dasselbe für eine Abart des *Hypoderma nervisequium*, von dem er im *Systema mycologicum* sagt: „In foliis *Pinus piceae*.“

Rabenhorst**) giebt für *Hypoderma nervisequium* De C. eine Beschreibung, die in ihrer Ungenauigkeit allenfalls für beide Arten passen kann: „Perithechien auf der unteren Blattfläche längs den Nerven (?) zu sehr langen, geraden, schwarzen, wenig gewölbten Strichen verbunden und mit gemeinschaftlicher Längsritze sich öffnend und das blasse Fruchtlager bloss legend. . . . An den Nadeln der *Pinus Picea* (Linné oder Du Roi?) in den Vogesen, in Ober-Italien.“

Duby***) beschreibt das *Hypoderma nervisequium* mit folgenden Worten: „hypophyllum nervisequium innatum lineare demum in striam longissimam rectam confluens nigrum nigro fuscensve, labiis convexis arctissime conniventibus demum lineam rectam relinquentibus et acie interdum expallentibus thecis late clavatis sessilibus paraphysibus filiformibus brevioribus sporas hyalinas filiformes apice paulisper incrassatas homogenas flexuosas inordinate dispositas foventibus. Ad folia *Abietis* et *Piceae*, in *Vogesis* et *Germaniae*. Primo interruptum demum confluens in striam longitudinalem totius nervi longitudinem occupantem.“

Aus der vorstehenden auf *Hypod. nervis.* passenden Beschreibung geht hervor, dass Duby den auf der Fichte schmarotzenden Pilz mit dem Tannenpilze identisch hielt.

Fuckel****) nennt den Parasiten im Text und im Register seines zweiten Nachtrages zu den *Symbolae mycologicae*: *Hypoderma nervisequium* Fckl. (anstatt De C.); beschreibt als Fungus spermogonium dieses Parasiten einen Pilz, den er *Septoria Pini* Fckl. nennt, durch folgende Diagnose: Peritheciis immersis, in acervulis lineari oblongis, seriatis, per epidermidem demum erumpentibus; cirrhis candidis; spermatiis oblongo-clavatis, uniseptatis, hyalinis. An lebenden Nadeln von *Pinus excelsior*, häufig im Herbst. Veranlasst das Abfallen der grünen Nadeln. Der zugehörige Fungus ascophorus kommt an der unteren Fläche durrer, noch hängender Nadeln von *Pinus exc.* selten, im Frühling vor.“

Da Fuckel bei Bezeichnung unserer Waldbäume sich der wunderlichsten Namen zu bedienen pflegt, und es zweifelhaft bleibt, ob unter *Pinus excelsior* die *Abies excelsa* oder *Abies pectinata* oder die Himalayakiefer (*Pinus excelsa*) oder irgend eine andere Pflanze verstanden wird, so ist eine Controle der vorstehenden Mittheilung sehr schwierig. Weder auf der Fichte, noch Tanne noch Kiefer habe ich einen Pilz beobachtet, welcher irgend welche Aehnlichkeit mit der *Septoria*

*) Fries: *Systema mycologicum* II. 587, 1823.

Elenchus fungorum II. 144, 1828.

**) Rabenhorst: *Deutschlands Cryptogamen Flora* p. 156, 1844.

***) Duby: *Memoire sur la tribu des Hysterinées* 1860.

****) Fuckel: *Symbolae mycologicae* 1869 und Nachtrag II. 1873.

Pini Fekl. besitzt, jedenfalls muss ich bezweifeln, dass dieser Pilz in irgend einer Beziehung zu dem *Hypoderma* steht.

Im zweiten Nachtrage Seite 51 sagt Fuckel bei *Hypoderma nervisequium* Fekl.: „Den reifen, schlauchführenden Pilz fand ich jetzt auch im Mittelheimer Wald, Frankensteiner Kopf, auf den Blättern von *Pinus Picea* (Linné oder Du Roi?), im Frühling, aber nur an einem Baume, an diesem aber sehr häufig.

Der Pilz befällt schon die lebenden Blätter, wodurch diese schnell gelb gefärbt werden, welches dem Baume ein buntes Ansehen giebt, indem diese gelben Blätter noch eine Zeit lang hängen bleiben, später fallen sie ab und der Pilz kommt zur vollkommenen Reife. Ohne Zweifel ist derselbe dem Baume sehr nachtheilig, da er eine Entblätterung desselben verursacht.“

Entscheidend ist die Angabe von De Candolle, welcher unter *Hypoderma nervisequium* die auf der Tanne (*Abies pectinata*) vorkommende Art verstand. Da ich die spezifische Verschiedenheit der auf *Abies excelsa* schmarotzenden Art in der Folge nachweisen werde, so folgt daraus die Berechtigung, dieser einen neuen Namen zu geben. Es beruht auf einem Versehen, dass Thümen die von mir zugesandten Exemplare in seinem *Herbarium mycologicum* unter dem Namen *Hypoderma longisporium* R. Hrtg. herausgegeben hat.

Das Mycelium.

Das Mycel des *Hypoderma macrosporum* entwickelt sich im Blattparenchym der Fichtennadel intercellular und wie es scheint, ohne Haustorien in die Zellen zu senden, die aber doch sehr bald zusammenschrumpfen, wenn sie mit den Hyphen in Berührung gekommen sind (Fig 5 n. o.) Letztere sind sehr verschieden dick, von 1 bis 16 Mik. Durchmesser. Im ersten Stadium der Krankheit überwiegen die 10—16 Mik. dicken Fäden, denen die dünneren und ganz feinen Hyphen in unregelmässigen Abständen, hier und da in grosser Menge entspringen (Fig. 6). Je weiter der Zersetzungszustand des Zellgewebes vorgeschritten ist, um so mehr verschwinden die dicken Hyphen, die zuletzt ganz von sehr feinen Fäden ersetzt werden.

Im jugendlichsten Zustande (Fig. 6 a.) sind die Hyphen bis auf die äusserst zarte Zellhaut von grobgekörnelttem Plasma erfüllt, welches farblos ist und durch Jod gelb gefärbt wird. Sehr bald unterscheidet man aber eine doppelte Contour der Zellwand und die Bildung von Querwänden (Fig. 6 b.).

Die durch Jod sich gelblich färbende Primärwandung erreicht höchstens eine Dicke von 0,5 Mik., im Inneren derselben bildet sich eine zweite Zellwand (Fig 6 d.), deren Dicke oft über 5 Mik. hinausgeht. Deutliche Schichtung und intensiv blaue Färbung bei Behandlung mit Jod zeichnet dieselbe aus. Gegen den inneren Hohlraum des Mycelfadens wird sie von einer dritten, der Primärwandung völlig gleichen Haut begrenzt, die besonders deutlich durch die gelbe Färbung sich abgrenzt, wenn durch Jod die secundäre Zellwand blau gefärbt ist (Fig. 6 e.).

Der oft nur einen sehr feinen Kanal bildende Innenraum führt anfänglich noch Plasma, das zuletzt bis auf einzelne Körnchen oder Oeltropfen verschwindet (Fig. 7 b.).

Die chemische Zusammensetzung der Zellwandung der Hyphen erleidet nach gewisser Zeit eine Veränderung, die sich zunächst darin ausspricht, dass die Mittelwandung durch Jod nicht mehr blau gefärbt wird, dass sodann eine Bräunung derselben, und zuletzt eine völlige Zersetzung und Zerstörung eintritt.

Die dünneren Fäden sind ebenso gebaut, wie die dicken, nur treten die einzelnen Schichten nicht so deutlich hervor, sind bei ganz feinen Fäden überhaupt nicht mehr unterscheidbar. In einem gewissen Stadium werden sie aber durch Jod ebenfalls bläulich gefärbt.

Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane.

Zuweilen schon nach 2 Monaten, in anderen Fällen erst ein halbes Jahr nach dem Erkranken und Braunwerden der Fichtennadel, beginnt an den, den Zweigen sehr fest ansitzenden rothen Nadeln die Bildung der Asken erzeugenden Perithezien und zwar in der Regel nur an den beiden unteren Seiten derselben.

Es treten zahlreiche kleine etwas längliche dunklere Flecke (Fig. 2 b.) hervor, von denen die nahestehenden allmählig zusammenfliessen zu längeren, aber fast niemals die ganze Länge der Nadel erreichenden schwarzen Strichen (Fig. 3 b.).

Diese sind anfänglich nur wenig über die Oberfläche der Nadel hervortretend, erst im Spätherbste wölben sich dieselben und öffnen sich meist in den Monaten April und Mai bei anhaltend feuchter Witterung durch eine gemeinsame, scharfe Längsritze. Aus der weisslichen Hymenialschicht, welche dadurch frei gelegt wird, werden die Sporen ausgestossen (Fig. 10). Die entleerten Perithezien sind von den noch nicht geplatzten schon mit unbewaffnetem Auge zu unterscheiden durch die auch nach dem Schliessen der Perithezien noch erkennbare feine Ritze auf dem Rücken des schwarzen Längswulstes (Fig. 4).

Die Entstehung der Perithezien ist übereinstimmend bei *Hypoderma macrosporum* und *nervisequium*.

Das erste Entwicklungsstadium (Fig. 21 a. für *H. nerviseq.*) ist in Fig. 7 dargestellt. Aus dem Inneren der Nadel treten da, wo sich das Perithecium bilden soll, zahlreiche feine Mycelfäden (Fig. 7 a.) in die Epidermiszellen (Fig. 7 f.), entwickeln sich dort zu einer auf den ersten Blick gekörnelten Pilzmasse (Fig. 7 c.), durch welche die Epidermiszellschicht auseinandergesprengt und die obere Hälfte mit der Cuticula nach aussen, die untere Hälfte etwas nach innen gedrängt wird. Eine genauere Untersuchung der, den so entstehenden linsenförmigen Raum ausfüllenden, gekörnelten Masse zeigt, dass sie aus Hyphen besteht, deren einzelne Zellglieder mehr oder weniger rundlich sind, so dass die dicht zusammengedrängten Hyphen wie eine aus rundlichen Zellen zusammengesetzte Masse erscheinen (Fig. 7 c.). Anfänglich ist dieselbe völlig farblos, so dass der früheste Zustand an der Nadel durch dunklere Färbung sich nicht zu erkennen giebt; bald aber färbt sich der nach aussen gelegene Theil der Pilzmasse dunkelbraun (Fig. 7 d.) und wird zu der festen, die darunter entstehende Hymenialschicht beschützenden Decke (Fig. 10 d.). In der Mitte, wo das Perithecium am meisten gewölbt ist, erreicht sie eine Dicke von 100 Mik., zu beiden Seiten spitzt sie sich allmählig zu, bis sie an der Grenze des Peritheciums ganz verschwindet. Mit der Entstehung der Decke beginnt die

Ausbildung der Hymenialschicht. Da, wo sich erstere von dem unteren Theile der gekörnelten Pilzmasse löst (Fig. 7 g.), erkennt man, dass die obersten Zellen der letzteren sich verlängern (Fig. 7 e.) und zu parallelen, die Decke nach aussen drängenden Hyphen heranwachsen (Fig. 8 p.).

Diese sind ca. 4 Mik. dick, sehr plasmareich und von einer nur sehr feinen Gallerthülle umgeben; sie gestalten sich in der Folge zu Paraphysen um.

Schon in Fig. 9 haben sie sich insofern verändert, als die Gallerthülle auf Kosten des Plasmas sich bedeutend verdickt hat. Der plasmaführende Innenraum ist auf einen sehr feinen Kanal reducirt, und kann diese Umwandlung bei flüchtiger Anschauung mit der Umwandlung der Mycelfäden (Fig. 6) verglichen werden.

Es fehlt den Paraphysen aber die scharf begrenzte, doppelt contourirte Aussenschicht, die Gallerte ist nicht geschichtet, färbt sich durch Jod nicht blau, wird durch Kalilauge zwar scharf angegriffen, doch nicht völlig aufgelöst; vielmehr erkennt man bei geeigneter Beleuchtung in der Umgebung der Hyphen immer noch eine äusserst zarte Gallerthülle. Diese trägt überhaupt mehr den Charakter einer gallertartigen Ausscheidung der Zellwandung, als den einer gallertartigen Zellwandung, da eine scharfe Aussengrenze weder bei den Paraphysen noch bei der Gallerthülle der Sporen (Fig. 12) zu erkennen ist. Die sich verlängernden Paraphysen werden durch den mangelnden Raum an der freien Entwicklung behindert; und biegen sich wellenförmig hin und her. Im Umfange des Peritheciums da wo der Raum zwischen Stroma und Decke am geringsten ist, können die Paraphysen nicht rechtwinklig zur Decke sich entwickeln, sondern schieben sich zwischen der Decke und den weiter nach innen entspringenden Paraphysen vielfach gewunden und gebogen hindurch, gleichsam der später entstehenden Oeffnung zustrebend (Fig. 9 rechts).

Von dem Stroma erheben sich zwischen den Paraphysen die jungen Schläuche (Asken), in denen die Sporen entstehen (Fig. 9 as.). Man erkennt in ihnen anfänglich nur einen Zellkern, in weiteren Entwicklungsstadien 2, 4 endlich 8 Zellkerne offenbar in Folge mehrfach wiederholter Theilung derselben (Fig. 11 b. c. d.).

Die Asken entstehen nicht alle gleichzeitig, man sieht vielmehr grössere und kleinere, später völlig reife neben ganz jugendlichen Schläuchen (Fig. 11).

Dem Reifezustande des Peritheciums geht eine weitere Veränderung der Paraphysen voraus.

Während sie sich noch verlängern, schnüren sie an der Spitze kleine stäbchenförmige Organe (Fig. 11 k.) ab, welche wohl als Spermatien betrachtet werden können. Zweifelhaft ist es mir aber, ob alle Paraphysen derartige Stäbchen abschnüren oder nur einzelne; im Allgemeinen sind sie nicht häufig. Man würde sie für Bruchstücke der Paraphysen halten können, wenn nicht ihre Entstehung an der Spitze der letzteren mit grosser Bestimmtheit zu erkennen wäre. Bei *Hyp. nervis.* finden sich dieselben ebenfalls vor. Die Spitze der Paraphysen verdickt sich zuletzt oft ganz kugelförmig oder nur keulenförmig. Aus den verdickten Enden entsprosst nicht selten ein Seitenzweig (Fig. 11 a. a.) oder es schnürt sich an der Spitze eine kleine ovale Zelle (Fig. 11 m.) ab, deren allmähliche Entstehung ich zu beobachten Gelegenheit hatte. Bei vielen Paraphysen verschwindet die Gallerthülle, bei anderen bleibt sie und verbindet oft eine Mehrzahl derselben, so dass sie nur mit Gewalt auseinander gerissen werden können.

In den Schläuchen entstehen die cylindrischen Sporen (Fig. 12), deren Länge ca. 60 Mik. beträgt und zur Wahl des Artnamens mich veranlasste. Sie sind nach oben hin gleichmässig dick, kaum an der Spitze etwas verdickt, gegen unten spitzen sie sich allmählig zu. Der Inhalt ist farbloses, grobgekörnelttes Plasma; eine Gallerthülle umgiebt in vielen Fällen die Spore äusserlich, fehlt aber auch sehr oft. Die Entstehung der Sporen aus den Zellkernen entzieht sich in dem plasmareichen Innern der Asken der Beobachtung.

Man erkennt sie immer erst dann, wenn sie bereits eine bedeutende Grösse erreicht haben, durch die reihenweis angeordneten Kerne ihres Inhaltes (Fig. 11 e. e.). Die reifen Sporen reichen meist von der Spitze des Askus bis zur Basis, liegen zu 8 meist parallel nebeneinander (Fig. 11 g.) oder sind auch spiralg im Inneren des Schlauches gedreht (Fig. 11 f.). Sie entschlüpfen den Asken durch eine kleine, erst durch die Sporen gebildete Oeffnung in deren Spitze (Fig. 11 h.), die bei entleerten Schläuchen (Fig. 11 i.) sehr deutlich sich zu erkennen giebt, oder die Asken werden durch das Quellen der Sporengallerte zerrissen, wobei sich immer ein oberer Theil mit scharfem, geradem Rande von dem grösseren oder kleineren unteren Theile ablöst (Fig. 23 links). Feuchtet man trocken angefertigte Schnitte durch reife Perithecieen unter dem Deckglase an, so entleeren sich die Asken durch die Spitze oder durch Zerreißen mit grosser Energie und ist offenbar das Quellen der Gallerthülle als Ursache der Entleerung zu betrachten. In vielen Fällen lösen sich die Asken vom Stroma ganz ab und treten die Sporen aus der dadurch entstehenden unteren Oeffnung hervor (Fig. 12 d.); doch muss ich unentschieden lassen, ob das Abreißen der Asken nur durch Verletzung bei Anfertigung der Präparate erfolgt, oder ob die Quellung der Sporen im Inneren das Abstossen vom Stroma veranlassen kann.

Die Keimung der Sporen erfolgt zur Reifezeit unter dem Deckglase auf dem Objectträger in Wasser schon nach 24 Stunden (Fig. 12 a.), indem meist nahe dem dicken Ende, zuweilen aber auch nahe dem dünnen Ende ein Keimschlauch hervorwächst, welcher den Durchmesser der Spore selbst nicht ganz erreicht. Nach 48 Stunden hatte der Schlauch die in Fig. 12 b. c. dargestellte Länge erreicht. Zuweilen keimen die Sporen schon im Inneren der Asken, die Keimschläuche durchbohren die Wandungen derselben und zeigen mehrfache Verästelungen (Fig. 12 c.). Nach 96 Stunden hatten die Schläuche die Fig. 12 e. gezeichnete Länge erreicht, worauf sie unter Einwirkung der Bakterien, die sich inzwischen angesiedelt hatten, untergingen. Die geschilderten Keimungsvorgänge wurden bei einer am 14. Mai 1872 vorgenommenen Cultur wahrgenommen.

Sind die Perithecieen reif, so bleiben sie so lange geschlossen, bis ein länger anhaltendes Regenwetter, durch welches die abgestorbene Nadel durchfeuchtet wird, die Quellung der Organe im Inneren derselben nach sich zieht und dadurch das Platzen der Decke herbeigeführt wird (Fig. 10).

Der aus zahlreichen an einander gereihten und auch innerlich zusammenfliessenden Perithecieen bestehende Längswulst klappt auf und zeigt das weissliche Hymenium, bis die Sporen ausgestreut sind oder bis wieder trockenes Wetter eintritt und das Organ schon vor dem Ausfliegen der Sporen sich wieder schliesst. In trocknen Jahren kann es sich leicht ereignen, dass viele Organe sich gar nicht öffnen und dann die Sporen im Innern der Asken absterben.

Ich habe oftmals noch ungeplatzte Perithecieen lange nach der normalen Reifezeit

der Sporen getroffen, in denen letztere sich in einem Zustande befanden, welcher zur Annahme berechtigt, dass bereits der Tod derselben eingetreten war.

Die Nadeln mit den entleerten Perithecieen bleiben noch einige Jahre an den Zweigen sitzen, bis sie nahezu verwest sind.

Meist geht der Entwicklung askentragender Perithecieen die Entstehung kleiner Organe (Fig. 2 a.) voran, welche wir vorläufig als Spermogonien des Pilzes bezeichnen wollen. Bei *Hypod. nerviseq.* treten ganz analog gebildete Organe regelmässig in grosser Anzahl auf der Oberseite der Weisstannennadel (Fig. 20, 21 b.) auf (Erzgebirge), oder sie stehen wie bei der Fichtennadel einzeln und zerstreut besonders auf der Unterseite. Sie färben sich nicht oder erst nach dem Tode dunkel.

Diese Spermogonien (?) entstehen wie die Perithecieen durch Auseinanderreissen der Epidermiszellen und sind anfänglich von dem Fig. 21 a. dargestellten Zustande kaum verschieden.

Es bildet sich aber keine Decke, vielmehr erheben sich parallele äusserst zarte Hyphen auf dem Stroma (Fig. 22), welche die Epidermis nach aussen drücken, und an ihrer Spitze zahlreiche länglich elliptische Spermation? (Conidien?) abschnüren.

Zuweilen geht die Entwicklung der Perithecieen normal bis zu der Fig. 7 dargestellten Stufe vor, auf dem Stroma (Fig. 7 e.) entwickeln sich aber nicht Paraphysen, sondern eine zarte Hyphenschicht, welche dieselben Spermation oder Conidien abschnürt, noch ehe das Organ geplatzt ist. Oder es entwickelt sich unter der Epidermis aus der gekörnelten Masse der Decke ein Polster aus zarten Hyphen bestehend, welches die Epidermis durchbricht und äusserlich zum Vorschein kommt. Endlich bilden sich auch in der Decke der Perithecieen, nachdem diese schon entleert sind, Pilzpolster (Fig. 14 n. m.), welche nach aussen bei feuchter Witterung zu einem röthlichweissen Polster hervortreten (Fig. 4 a. a.).

Die Oberfläche derselben (Fig. 15) besteht aus borstenförmig zugespitzten Hyphen, welche zahlreiche länglich elliptische Zellen abschnüren. Diese keimen sehr leicht im Wasser, nachdem sie sich nicht unerheblich vergrössert haben (Fig. 16) und entwickeln sich zu Fadenpilzen (Fig. 17, 8 Tage nach der Aussaat), welche an der Spitze der Hyphenäste durch succedane Abschnürung Conidien derselben Gestalt, aber noch bedeutenderer Grösse in grosser Menge bilden.

Die neu entstehenden Conidien schieben die vorgebildeten zur Seite, da sie aber alle an einander haften bleiben, so entstehen dadurch kleine, leicht zerfallende Köpfchen. Die in so verschiedenartiger Weise entstehenden keimfähige Conidien bildenden Organe habe ich nicht unerwähnt lassen wollen, da sie so regelmässige Begleiter, Vorgänger oder Nachfolger der Askentragenden Perithecieen sind, doch will ich die Möglichkeit nicht in Abrede stellen, dass es sich hierbei um einen fremden Saprophyten handeln kann, der sich in der durch das Hypoderma getödteten Nadel ansiedelt und seine Conidienpolster in so verschiedener Weise zur Ausbildung gelangen lässt.

Bei der als Nadelschütte später zu beschreibenden Form der Krankheit treten neben den Perithecieen Organe auf, die sich von den vorbeschriebenen nur durch die Stäbchenform der abgeschnürten Zellen unterscheiden (Fig. 13 a. b.).

Lebensweise des Parasiten.

Die gesunde mindestens 1 jährige Fichtennadel zeigt jederzeit im Blattparenchym Chlorophyll und nur im Frühjahr bis Juni oder Juli sind die Zellen sehr reich an Stärkemehl. Wie wir alsbald sehen werden, ist der Krankheitsverlauf je nach den klimatischen Verschiedenheiten der Oertlichkeit ein mehrfach von einander abweichender, die Infection der Nadeln tritt in den Gebirgen im Monat Mai, bei Neustadt-Eberswalde erst im Monat September oder October ein.

Diese Verschiedenheit giebt einen interessanten Aufschluss über die Einwirkung des Pilzmyceliums auf das Gewebe der Nadel, welches durch dasselbe getödtet wird.

Tritt die Erkrankung im Herbste ein zu einer Zeit, in welcher die Zellen nur Chlorophyll führen, so schrumpfen diese alsbald nach Berührung der Hyphen, welche in den Intercellularräumen vegetiren, zusammen, der grüne Farbstoff verschwindet in kurzer Zeit und die bräunliche, collabirte Masse enthält nur wenige Körner, zerstörte Chlorophyllkörner, die durch Jod sich nicht färben (Fig. 5 o.).

Erkrankt die Nadel zur Zeit, wo sie Stärkemehl enthält, also im Mai, so schrumpft die durch Berührung der Hyphen getödtete Zelle ebenfalls zusammen; umschliesst aber die Stärkekörner noch lange Zeit in scheinbar unverändertem Zustande.

Vom Mai bis October desselben Jahres färben sich die voll Stärke strotzenden Zellen (Fig. 5 n.) durch Jod intensiv blau.

Vom October an beginnen einzelne Zellen sich zu leeren, bis im Mai des nächsten Jahres jede Spur von Stärke aus den Nadeln verschwunden, durch das Pilzmycel aufgezehrt ist.

Tritt die Infection zu einer Zeit ein, in welcher die Umwandlung des Chlorophylls in Stärkemehl bei der gesunden Nadel soeben beginnt und kaum erst durch Jod sich zu erkennen giebt, dann hat die Berührung der Zellen mit den Mycelfäden des Parasiten plötzliche Umwandlung des Chlorophylls zu Stärkemehl zur Folge.

In derselben Nadel findet man, soweit die Hyphen sich von der Infectionsstelle aus verbreitet haben, alle Zellen mit Stärke vollgepfropft, während der noch gesunde Nadeltheil oft kaum eine Spur davon aufweist. Hier müssen wir annehmen, dass fast alle Bedingungen zur Umwandlung des Chlorophylls in Stärke vorhanden waren, und es nur der Anregung durch die Hyphen des Pilzes bedurfte, um die Umwandlung perfect zu machen.

Ob diese Anregung in einem Entzuge des Stickstoffs etc. durch den Ernährungsprocess des Pilzes, oder in welchen anderen Processen sie beruht, muss unentschieden bleiben.

Die Krankheitserscheinungen, welche durch den Parasiten hervorgerufen werden, sind dreifach verschiedener Art.

1. Im Erzgebirge, Harze, Wesergebirge, Braunschweig etc. zeigt sich vor Beginn der neuen Triebbildung im Monate Mai an mehr oder weniger zahlreichen, selten an allen, oft an nur einzelnen Nadeln der vorjährigen Triebe eine Entfärbung, die

an der Spitze, oder der Basis oder der Mitte der Nadel beginnt und sich allmählig über die ganze Nadel verbreitet.

Die frisch grüne Färbung geht in eine schmutzig-dunkelgrüne über. Auch einzelne Nadeln der 2- und 3jährigen Triebe verfärben sich und werden wie die der 1jährigen Triebe allmählig rothbraun.

Die soeben erkrankte Nadel zeigt auf der Grenze zwischen gesundem und gebräuntem Theile das Bild, welches Fig. 5 m. n. dargestellt ist.

Im Juli entstehen die Spermogonien und Perithechien (Fig. 2, 7), welche schon im August das Fig. 8 dargestellte Stadium erreichen. Im October entstehen die Asken (Fig. 9), verharren aber in unreifem Zustande während des Winters, bis im April des nächsten Jahres der Reifezustand (Fig. 10, 11) eintritt. Im April und Mai findet die Entleerung der Asken statt, wenn nach mehrtägigem Regenwetter ein Durchnässen der Nadeln und Platzen der Perithechien stattgefunden hat. In Juni trifft man meist nur noch entleerte Perithechien an den noch mehrere Jahre festsitzenden Nadeln an.

Da das Erkranken nicht auf die Nadeln der vorjährigen Triebe sich beschränkt, sondern auch einzelne Nadeln der älteren Triebe ebenfalls befallen werden, so kann man zu Zeiten, nämlich im Mai vor dem Austreiben an den 2- und 3jährigen Trieben zwischen den gesunden Nadeln solche antreffen, welche soeben erkrankt, welche reife Perithechien und entleerte von früheren Jahren tragen.

Meist bleiben die erkrankten Nadeln sämmtlich an den Trieben sitzen und entwickeln die Perithechien resp. Spermogonien in der geschilderten Weise. Häufig fällt aber im Sommer ein grösserer Theil der gebräunten Nadeln ab vor der Bildung der Fortpflanzungsorgane, so dass eine beschränkte Art von Nadelschütte eintritt.

Die erkrankten Nadeln zeigen im ersten Jahre sich stets vollgestopft mit Stärkemehl, welches bis zum nächsten Frühjahr, also vor der Reife der Sporen völlig verzehrt ist.

2. Bei Neustadt-Eberswalde ist der Krankheitsverlauf ein ganz anderer. Die Bräunung der Nadeln tritt an den 2jährigen Trieben im Monat September, October oder selbst noch später im Laufe des Winters ein, ohne dass damit die Bildung von Stärkemehl verknüpft ist.

Im Juni des nächsten Jahres erst entstehen die Perithechien auf den Nadeln, die im August das Stadium in Fig. 8, im October das Stadium Fig. 9 erreichen. Reifezeit und Ausstreuen der Sporen findet im April und Mai des dritten Krankheitsjahres statt.

3. Bei den beiden vorbeschriebenen Krankheitsformen fällt vor der Bildung der Perithechien nur ein beschränkter Theil der gebräunten Nadeln ab, eine dritte Krankheitsform, welche ich an zahlreichen Fichten des Neustädter Forstgartens beobachtete, zeichnet sich durch das Abfallen sämmtlicher erkrankter Nadeln, kurze Zeit nach dem Erkranken aus. Im August beginnt die Bräunung der Nadeln aller Triebe, die im Laufe des Winters oder schon im Spätherbste fast sämmtlich abfallen, so dass nur wenige an der Pflanze sitzen bleiben. Desshalb dürfte der Name Nadelschütte bezeichnend sein. Sie ist eine totale oder partielle, je nachdem alle Nadeln aller Triebe schütten, oder nur ein Theil derselben abstirbt. In dem letzteren Falle zeigen die zurückbleibenden grünen Nadeln zahlreiche kleine, braune Flecke.

Im ersteren Falle bleiben an den Trieben meist nur solche Nadeln, welche nur an der Spitze erkrankt sind, deren Basis dadurch grün sich erhalten hat, dass eine starke Verkienung auf der Grenze zwischen gesundem und erkranktem Nadeltheil die Weiterentwicklung der Mycelfäden verhindert hat.

An der erkrankten Spitze dieser Nadeln bilden sich schon im Herbste die Fig. 13 dargestellten Spermogonien und die Anfänge der Perithecieen, die hier aber in der Regel mehr isolirt stehen und nicht zu Längswulsten zusammenfließen.

Im März treten sie in das Stadium: Fig. 8, im Juni und Juli sind die Sporen reif und werden ausgestreut.

Wiederholt sich die Schütte der Fichte mehrere Jahre, wie ich das in Neustadt zu beobachten Gelegenheit hatte, an demselben Baume, so kann dessen Leben leicht durch diese Krankheit gefährdet werden.

Der Verlauf der drei Krankheitsformen wird durch die nachstehende Uebersicht deutlicher werden. Es beruht dieselbe auf zahlreichen, mehrere Jahre hindurch fortgesetzten Untersuchungen, und wird in ihr der Entwicklungsverlauf einer Nadel von der Entstehung bis nach der Entleerung der Asken dargestellt. gr. bedeutet grün und gesund; br. rothbraune Färbung ohne Perithecieen; 7, 8, 9, 10 die auf Taf. VI. mit denselben Zahlen bezeichneten Entwicklungszustände der Perithecieen; x bedeutet die Nadel mit entleerten Perithecieen; — den entnadelten Zustand.

Monat	I. Nadelröthe Erzgebirge, Harz etc.			II. Nadelröthe Neustadt-Eberswalde.				III. Nadelschütte Neustadt-Ebersw.	
Alter der Nadel	0/1	1/2	2/3	0/1	1/2	2/3	3/4	0/1	1/2
Januar . . .	.	gr.	9	.	gr.	br.	9	.	— u. 7
Februar . .	.	gr.	9	.	gr.	br.	9	.	— u. 7
März	.	gr.	9	.	gr.	br.	9	.	— u. 8
April	.	gr.	10	.	gr.	br.	10	.	— u. 8
Mai	.	br.	10	.	gr.	br.	10	.	— u. 9
Juni	gr.	br.	x	gr.	gr.	7	x	gr.	— u. 10
Juli	gr.	7	x	gr.	gr.	7	x	gr.	— u. 10
August . . .	gr.	8	x	gr.	gr.	8	x	br.	— u. x
September .	gr.	8	x	gr.	gr.	8	x	br.	— u. x
October. . .	gr.	9	x	gr.	br.	9	x	— u. br.	— u. x
November .	gr.	9	x	gr.	br.	9	x	— u. 7	— u. x
Dezember .	gr.	9	x	gr.	br.	9	x	— u. 7	— u. x

Die vorstehende Uebersicht giebt für jeden Monat des Jahres die verschiedenen Entwicklungsstadien, in denen sich die Krankheit befindet. Fig. 1 stellt einen Fichtenzweig vor, von dem die einjährigen und die Spitzen der zweijährigen Triebe entfernt sind, so dass man einen Theil des dreijährigen und der zweijährigen Triebe sieht, im December dem Neustädter Forstgarten entnommen. Die 1 jährigen Nadeln sind grün (cf. Uebersicht II.), die 2 jährigen zum Theil rothbraun (Fig. 1a.),

die 3 jährigen zeigen noch nicht völlig reife (Fig. 9) Perithecieen tragende Nadeln (Fig. 1 b.).

Dass auch an den 3 jährigen und älteren Trieben noch frisch erkrankte Nadeln sitzen können, darauf mag hier nochmals hingedeutet werden.

Die Verschiedenheiten in dem Krankheitsverlaufe zwischen I. und II. erklären sich aus der Begünstigung der Pilzentwicklung durch das feuchte Klima in den Gebirgen gegenüber der trocknen Luft bei Neustadt.

Bei I. folgt das Erkranken der vorjährigen Nadeln sofort im Monat Mai dem Ausfliegen der Sporen im April und Mai. Die feuchte Luft fördert nicht nur die Keimung der Sporen und damit die Infection, sondern auch die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane an den erkrankten Nadeln.

Diese entstehen bei I. schon im Juli desselben Jahres, werden durch den Eintritt des Winters an dem Erreichen des Reifezustandes verhindert bis zum April des nächsten Jahres.

Bei Neustadt, Uebersicht II., reifen die Perithecieen ebenfalls im April und Mai; die ausfliegenden Sporen scheinen aber bei der trocknen Luft in den Sommermonaten daselbst an der Keimung verhindert zu werden und erst im October, mit dem Eintritte feuchter Luft beginnt die Bräunung der Nadeln. Da der Winter dem Erkranken sofort folgt, tritt die Perithecieenbildung erst im Juni des nächsten Jahres ein aber doch zu spät, um noch den Reifezustand in demselben Jahre herbeizuführen, der genau ein Jahr später als bei I. eintritt.

Was nun die Verbreitung der Krankheit betrifft, so habe ich dieselbe im intensivsten Grade im Erzgebirge und bei Neustadt-Eberswalde beobachtet, woselbst die Nadelröthe einen höchst auffallenden Grad erreicht hat.

Im Reviere Altenberg im sächsischen Erzgebirge tritt sie in einer Höhe von 700—900 M. an 10- bis 40 jährigen Fichten auf und zwar ganz allgemein in einzelnen mit Fichtenunterwuchs versehenen Buchenorten, in reinen gutwüchsigen Fichtenbeständen aber mehr auf einzelne, sehr gutwüchsige Fichten beschränkt, welche eine intensiv rothbraune Färbung angenommen hatten.

Im Hermsdorfer Reviere tritt sie in einem ca. 30 jährigen mit Buchen untermischten Bestande so intensiv auf, dass etwa 10 % aller Fichten geröthet sind.

Bei Neustadt ist die Krankheit in den Institutsforsten, sowie in den Forstgärten seit dem Jahre 1868, in dem sie zuerst in auffälligem Maasse sich zeigte, mit jedem Jahre schlimmer geworden, so dass eine in gleichem Maasse fortschreitende Vermehrung recht übel sein würde.

Am Südrande des Harzes ist die Krankheit etwas verbreiteter, als ich sie am Nordrande bei Harzburg bemerkte.

Im Sollinge sind es bisher nur einzelne Bäume der 10—25 jährigen Bestände, die geröthet sind. Meist sind dies recht kräftig entwickelte Exemplare.

Im Regierungsbezirke Trier Oberförsterei Morbach, soll die Krankheit besonders in feuchteren Lagen nicht selten sein. etc. etc.

An älteren erkrankten Bäumen ist der oberste Theil der Krone in der Regel verschont; alle Thatsachen sprechen dafür, dass feuchte Luft die Entwicklung und Verbreitung des Pilzes fördert, mithin auch die dem Luftwechsel weniger ausgesetzten unteren und inneren Theile der Baumkrone mehr gefährdet sind.

Der Parasit kommt sehr oft gemeinsam mit der *Chrysomyxa Abietis* auf demselben Baume oder doch in demselben Bestande vor und scheinen die äusseren

Bedingungen, von denen die Entwicklung der beiden Parasiten abhängt, ziemlich dieselben zu sein.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VI. Fig. 1—17).

Fig. 1. Unterseite eines erkrankten Fichtenzweiges im Winter (Neustadt). Die Basis der 2jährigen Triebe zeigt mehrere getödtete, braune Nadeln (a); der 3 jährige Trieb besitzt theils grüne, gesunde, theils neu erkrankte braune Nadeln (c), meist aber Nadeln mit zu schwarzen Strichen vereinigten Perithecieen (b).

Fig. 2. Gebräunte Fichtennadel mit reifen Spermogonien (a a) und neu entstehenden Perithecieen (b b).

Fig. 3. Gebräunte Fichtennadel mit reifen, aber noch nicht geplatzten Perithecieen (b).

Fig. 4. Gebräunte Fichtennadel mit entleerten Perithecieen. Spermogonienpolster (a a) durchbrechen die Epidermis oder dringen aus entleerten Perithecieen hervor.

Fig. 5. Längsschnitt durch eine kürzlich erkrankte Fichtennadel, die bei m noch völlig gesundes chlorophyllhaltiges Parenchym zeigt. Die Chlorophyllkörner fangen soeben an, sich zu Stärkekörnern umzuwandeln. In den Intercellularlücken zeigen sich dickere und feinere plasmareiche Mycelfäden. Durch die Einwirkung derselben wird das Chlorophyll plötzlich in reichliches Stärkemehl umgewandelt (n). Findet das Erkranken im Herbste statt, dann tritt keine Umwandlung zu Stärkemehl ein, die Zellen schrumpfen zusammen, der Inhalt bildet eine bräunliche, formlose Masse (o).

Fig. 6. Mycelfäden, a sehr jugendliche mit zarter Zellwandung und gekörneltem, farblosem Plasma. Dickere und dünnere Seitenhyphen entspringen unterhalb der Spitze, b entstehende Querwände, c die fertige Primärwandung. Rechts ein Theil älteren Mycels. Innerhalb der Primärwandung c hat sich eine geschichtete, durch Jod sich blau färbende dicke Secundärwandung (d) gebildet, welche nach dem schmalen plasmaführenden Innenraume zu durch eine dritte durch Jod gelb sich färbende Wandungsschicht begrenzt wird. f deutliche Querwände.

Fig. 7. Theil eines jugendlichen Peritheciums im Durchschnitt. Die dünneren Mycelfäden (a a) überwiegen bereits die dicken Hyphen (b) und wachsen in die Epidermiszellen (f), die durch üppige Entwicklung des Mycel auseinander gesprengt werden, so dass zwischen dem unteren und oberen Theile der Epidermis ein schmal linsenförmiger Raum sich bildet. Derselbe wird durch eine gekörnelte Pilzmasse (c) ausgefüllt, welche aus kurzzelligen Hyphen besteht. Der äussere Theil (d) der bräunlichen Masse stirbt demnächst ab, färbt sich dunkelbraun und bildet eine die Hymenialschicht schützende Decke. Von dem unteren Theile der Ausfüllungsmasse erheben sich die jungen Paraphysen (e).

Fig. 8. Weiteres Entwicklungsstadium des Perithecium. Die Decke (d) ist unverändert, aber durch die von dem Stroma (e) rechtwinklig und parallel emporgewachsenen Paraphysen (p) nach aussen gedrängt.

Fig. 9. Weiteres Entwicklungsstadium. Die Paraphysen (p) sind von einer

Gallerthülle umgeben, während der plasmaführende Innenraum derselben sehr eng geworden ist. Vom Stroma (e) erheben sich zwischen den Paraphysen die jungen Asken (as).

Fig. 10. Reifes und aufgeplatztes Perithecium im Durchschnitt. Die Decke (d) ist in der Mitte gesprengt. e das Stroma, welchem zahlreiche, theils schon leere, theils reife Sporen bergende, theils kleine noch unreife Asken entspringen. Einzelne Sporen ausgeschlüpft.

Fig. 11. Ein Theil der Hymenialschicht vergrößert. Die Paraphysen (p) schnüren zum Theil an der Spitze stäbchenförmige Organe (Spermation?) (k), theils rundliche Zellen (m) ab, sind meist zur Reifezeit am Ende kugel- oder keulenförmig verdickt, zuweilen gegliedert oder gekniet (a a). Die Asken sind zum Theil noch unentwickelt, einen (b), zwei (c) oder acht (d) rundliche Zellkerne zeigend. Unfertige (e e) und reife Sporen, welche meist parallel (g), zuweilen spiralig angeordnet (f) sind, füllen den Innenraum des Askus nahezu aus. Das Plasma verschwindet ganz oder bis auf geringe Spuren. Das Ausschlüpfen der Sporen erfolgt aus einer mit der Reifezeit sich bildenden Oeffnung an der Spitze (h), oder dadurch, dass die Asken tiefer unten zerreißen und die Sporen aus der Basis hervortreten (Fig. 12 d.). Die entleerten Asken schrumpfen zusammen (i).

Fig. 12. Gekeimte Sporen mit und ohne Gallerthülle. Der Keimschlauch erscheint theils nahe dem dicken Ende (a), theils mehr nach unten (b. b.). Zuweilen findet Keimung schon innerhalb der Asken statt (c. c.). Keimschlauch, 96 Stunden nach der Aussaat (e).

Fig. 13. Spermogonium der Fichtennadel mit cylindrischen Spermation (b).

Fig. 14. Entleertes Perithecium, in dessen Decke röthlichweisse Spermogonien resp. Conidienpolster entstehen. s Conidien resp. Spermation.

Fig. 15. Oberfläche des Conidienpolsters vergrößert.

Fig. 16. Keimende Conidien.

Fig. 17. Fructificirender Fadenpilz, welcher aus den gekeimten Conidien hervorgegangen ist.

Hysterium (Hypoderma) nervisequium D. C.

(Taf. VI. Fig. 18—25).

Der Weisstannenritzenschorf.

Erzeuger der Weisstannen-Nadelbräune und Nadelschütte.

Seit etwa 5 Jahren hat sich im Neustädter Forstgarten eine Krankheit der Weisstanne immer mehr verbreitet, welche als Nadelbräune und Nadelschütte bezeichnet werden kann, und die im Erzgebirge, besonders im Revier Olbernhau sowohl reine geschlossene Tannenbestände, als auch die mit Buchen vermischten Tannenorte so arg befallen hat, dass dieselben ein sehr kränkliches Ansehen erhalten haben. Der Parasit, dem diese Krankheit zuzuschreiben ist, das *Hypoderma nervisequium*, hat mit dem Erzeuger der Fichtennadelbräune so grosse Aehnlichkeit, dass es genügen dürfte, zur Vermeidung von Wiederholungen nur diejenigen Eigen thümlichkeiten hervorzuheben, durch welche sich dieser Parasit von dem vorigen unterscheidet.

Das Mycelium ist dem des *Hypod. macrosp.* völlig gleich gebildet, nur überwiegen schon im ersten Stadium der Krankheit die feineren Hyphen so sehr die dicken Fäden, dass letztere überhaupt als selten zu bezeichnen sind.

Die Fruchträger und Fortpflanzungsorgane.

Die askenerzeugenden Perithezien bilden sich an der Unterseite der gebräunten, dem Zweige fest anhaftenden Nadel in grosser Anzahl auf dem die Mitte derselben durchziehenden Nerven und fliessen daselbst in der Regel zu einem gemeinsamen, etwas wellig hin- und her gebogenen, fast die ganze Länge der Nadel erreichenden dunklen Striche zusammen. Oft wird dieser aber auch durch eine oder mehrere Lücken unterbrochen (Fig. 18, 19).

Bei solchen Nadeln, die bald nach der Infection durch den Parasiten abfallen, bilden sich auf dem Boden einzelne Perithezien sowohl auf der Ober- als Unterseite

der Nadel. Oft sind diese ebenfalls reihenweis geordnet, meist jedoch völlig zerstreut.

Die Oberseite der festhaftenden Nadeln bleibt bei Neustadt fast ausnahmslos ohne irgend welche Fructificationsorgane, während in der feuchteren Luft des Gebirges zahlreiche zusammenfliessende Spermogonien ein breites, die Mitte der Nadel einnehmendes dunkles Band bilden (Fig. 20).

Diese Spermogonien gehen der Entstehung der Perithecieen auf der Unterseite immer geraume Zeit voraus.

Bei Neustadt entstehen die Spermogonien nur an den gleich nach der Bräunung im Sommer abgefallenen Nadeln. Am Boden liegend entwickeln diese zahlreiche Spermogonien vorzugsweise auf der Unterseite der Nadel. Doch fliessen sie nicht untereinander zusammen, sondern stehen isolirt gerade so, wie die Spermogonien auf den Nadeln der Fichte.

Hinsichtlich der Entwicklung der Perithecieen (Fig. 21 a.) verweise ich auf das in der vorigen Abhandlung Gesagte.

Unterschiede treten erst bei oder kurz vor dem Eintritte des Reifezustandes hervor. Diese bestehen zuerst in der Bildung der Paraphysen, welche sich an der Spitze nie verdicken, nie verästeln oder gekniet sind, aber ebenfalls stäbchenförmige Organe (Spermarien?) abschnüren (Fig. 23 k.). Sehr selten, aber höchst eigenthümlich sind birnförmige Anschwellungen, die an jugendlichen Paraphysen unterhalb der Spitze entstehen (Fig. 25 a.) und unter Verlängerung der letzteren zu den Fig. 25 b., c., d. gezeichneten Organen sich ausbilden. Die Asken sind um wenig breiter als bei *Hyp. macrosp.*, der wichtigste Artunterschied liegt aber in Gestalt und Grösse der Sporen. Während nämlich bei dem Fichtenparasiten die nur wenig gekrümmten Sporen die Länge des Askus nahezu erreichen, zeigen diejenigen des Weisstannenpilzes meist starke s förmig gekrümmte Gestalt und eine Länge, welche nicht die Hälfte der Askusgrösse erreicht (Fig. 23, 24).

Bei völlig ausgebildeten Asken liegen desshalb auch fast immer die Sporen nicht sämmtlich neben einander (Fig. 11), sondern je 4 Sporen im oberen, 4 Sporen im unteren Theile desselben (Fig. 23 b.).

Nur einzelne, in der Entwicklung zurückgebliebene Asken zeigen zuweilen sämmtliche Sporen zusammenliegend (Fig. 23 c.).

Die Entleerung der Asken erfolgt durch Ausschlüpfen der Sporen aus einer erst durch diese gebildeten Oeffnung in der Spitze (Fig. 23 e.), oder durch Zerreißen der Asken (Fig. 23 f.). Die Gallerthülle ist bei reifen Sporen vorhanden oder nicht, die Keimung erfolgt binnen 24 Stunden im Mai (Fig. 24).

Die auf der Oberseite der festsitzenden Nadel im Gebirge, auf Ober- oder Unterseite der abgefallenen Nadel im Flachlande bei Neustadt entstehenden Spermogonien (Fig. 21 b.) sind nicht wesentlich von den für *Hypoderma macrosporum* beschriebenen Organen verschieden.

Äusserst feine Hyphen durchbohren die dickwandigen Zellen, welche unter der Epidermis liegen (Fig. 22 a.), bilden ein sehr fein gekörneltes Stroma (Fig. 22 e), von dessen Oberfläche sich rechtwinklig und parallel die Spermarien abschnürenden Organe erheben und die obere Hälfte der Epidermis nach aussen drücken. Stellenweise durchwachsen manche dieser Hyphen die Epidermis nebst der Cuticula und scheinen äusserlich Spermarien abzuschneiden. Da aber den Präparaten stets zahlreiche Spermarien anhaften, so habe ich mir nicht die volle Ueberzeugung aneignen können, dass die an solchen

Durchwachungsstellen (Fig. 22 b.) äusserlich anhaftenden Spermarien auch den nach aussen hervorgewachsenen Hyphen entsprungen sind.

Die Spermarien sind von den Fig. 14 s. gezeichneten Organen des Fichtenparasiten nicht wesentlich verschieden.

Durch längeres Liegen im Wasser auf dem Objectträger vergrössern auch sie sich, wodurch die mehr stäbchenförmige Gestalt derselben deutlicher hervortritt. Keimversuche missglückten bisher, da in kurzer Zeit fremde Pilzformen in üppiger Entwicklung auftraten und die Versuche störten.

Lebensweise des Parasiten.

Die Einwirkung des Pilzmyceliums auf das Zellgewebe der Nadeln von *Abies pectinata* ist dieselbe, welche ich für das *Hypoderma macrosporum* beschrieben habe.

Die Parenchymzellen schrumpfen sofort zusammen, wenn die Hyphen mit ihnen in Berührung getreten sind. Findet die Infection im Sommer zu einer Zeit statt, in welcher keine Stärke in den Zellen vorhanden ist, so zeigt sich auch in den erkrankten und getödteten Zellen keine Spur von Stärke, während dann, wenn die Infection im Monat Mai eintritt, die getödteten Nadeln von dieser Zeit an bis zum Winter vollgepfropft mit Amylum sind.

Abgesehen vom Zelleninhalte sind die Krankheitserscheinungen im Gebirge (Erzgebirge) und im Flachlande (Neustadt) wenig verschieden.

Der auffälligste Unterschied liegt nur in dem fast gänzlichen Fehlen der Spermogonien auf der Oberseite der festsitzenden Nadeln bei Neustadt. Hier entstehen nur an den abgefallenen Nadeln einzeln stehende Spermogonien auf der Unterseite.

Im Erzgebirge tritt im Monat Mai die Bräunung zahlreicher Nadeln an den 2- bis 5 jährigen Trieben ein.

Ein grosser, vielleicht der grösste Theil der braunen Nadel fällt ab. An den zurückbleibenden Nadeln zeigen sich alsbald nach dem Braunwerden die Spermarien auf der Oberseite, während auf der Unterseite meist schon im Juni die Bildung der Perithezien beginnt. In demselben Jahre tritt aber kaum noch die erste Bildung von Asken ein, die erst im Nachwinter sich ausbilden und im April und Mai zur Reife gelangen.

Bei Neustadt tritt die Bräunung nicht im Mai, sondern erst im Juli ein, die Perithezienbildung beginnt im August, die Reife tritt ein in den Monaten April bis Juni des nächsten Jahres. Der Entwicklungsverlauf der Krankheit dürfte durch die nachstehende Zusammenstellung, in welcher dieselben Zeichen wie früher gebraucht worden sind, übersichtlicher werden.

Monat	I. Erzgebirge.				II. Neustadt-Eberswalde.			
	Alter der Nadeln.				Alter der Nadeln.			
	$\frac{0}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{0}{1}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$
Januar	.	gr.	gr.	9	.	gr.	gr.	9
Februar	.	gr.	gr.	9	.	gr.	gr.	9
März	.	gr.	gr.	9	.	gr.	gr.	9
April	.	gr.	gr.	10	.	gr.	gr.	10
Mai	.	gr.	br.	10	.	gr.	gr.	10
Juni	gr.	gr.	7	x	gr.	gr.	gr.	10
Juli	gr.	gr.	7	x	gr.	gr.	br.	x
August	gr.	gr.	7	x	gr.	gr.	7	x
September . .	gr.	gr.	7	x	gr.	gr.	7	x
October	gr.	gr.	8	x	gr.	gr.	8	x
November . . .	gr.	gr.	8	x	gr.	gr.	8	x
December . . .	gr.	gr.	8	x	gr.	gr.	8	x

Zur Erläuterung diene noch die Bemerkung, dass sofort nach der Bräunung der Nadeln im Mai resp. Juli der grösste Theil derselben abfällt und nur ein verhältnissmässig geringer Theil der erkrankten Nadeln am Zweige sitzen bleibt. Nur auf den Entwicklungsgang des Parasiten in den am Zweige verbliebenen Nadeln bezieht sich die vorstehende Uebersicht. Sodann ist zu berücksichtigen, dass nicht nur Nadeln der ins dritte Jahr gehenden Triebe erkranken können, sondern dass auch weit häufiger als bei der Fichtennadelröthe Nadeln älterer, bis 6 jähriger Zweige erkranken. Es kommt recht häufig der Fall vor, dass in demselben Jahre eine bisher gesunde Weisstanne an den Nadeln der 3—6 jährigen Triebe erkrankt, während nur äusserst selten schon die 2 jährigen Triebe einzelne kranke Nadeln zeigen.

Leidet ein Baum bereits seit mehreren Jahren an der Krankheit, so findet man an den 3 jährigen Trieben nur neu erkrankte, an den 4—6 jährigen Trieben neu erkrankte Nadeln zwischen ganz alten mit bereits entleerten Peritheciën.

Die Krankheit hat eine Entnadelung besonders im unteren Theile der Baumkrone zur Folge, durch welche die wüchsigsten Bestände ein krankhaftes Aussehen erhalten.

Dieses wird noch dadurch verschlimmert, dass die nicht abfallenden Nadeln, auf denen sich die Peritheciën entwickeln, noch eine lange Reihe von Jahren an den Zweigen sitzen bleiben, ehe sie völlig verwest sind.

Ich habe die Nadelbräune oder Nadelschütte der Tanne nur bei Neustadt-Eberswalde und im Erzgebirge an 25 bis 70 jährigen Bäumen beobachtet, doch gehört der Parasit zu den am weitesten verbreiteten Pilzen und dürfte die fragliche Krankheit gewiss auch an anderen Orten in schädlichem Grade schon aufgetreten sein.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VI. Fig. 18—25.)

Fig. 18. Ein Theil eines durch *Hysterium nervisequium* befallenen Weiss-tannenzweiges (Unterseite) im Mai (Erzgebirge). Sowohl an der Basis der vier-jährigen Triebe als auch an der Spitze des fünfjährigen finden sich theils gesunde, theils neu erkrankte schon gebräunte, theils braune Nadeln mit reifen Perithecieen auf dem Nerven.

Fig. 19. Unterseite einer erkrankten Tannennadel im Winter. Auf dem Blattnerven sind die Perithecieen zu einer wellig gebogenen, leistenförmigen Erhebung vereinigt.

Fig. 20. Oberseite einer Weisstannennadel kurze Zeit nach der Erkrankung (Erzgebirge). Zahlreiche Spermogonien sind zu einem breiten Bande in der Mitte der Nadel vereinigt. Die Ränder des Bandes sind meist stärker verdickt und wellig gebogen.

Fig. 21. Querschnitt durch eine Weisstannennadel. Auf der Oberseite das reife Spermogonium b, auf der Unterseite das unreife Perithecium a.

Fig. 22. Ein Theil des Spermogonium vergrössert. Die äusserst zarten Mycel-fäden a dringen aus dem Innern nicht nur intercellular, sondern auch die dicken Zellwände durchbohrend in die Epidermiszellen, bilden in diesen das Stroma (e), auf dem die parallelen feinen, an der Spitze Spermation abschnürenden Hyphen sich erheben. Stellenweise wachsen diese Hyphen durch die äussere Wandung der Epidermis hindurch und scheinen ausserhalb Spermation abzuschnüren (b).

Fig. 23. Ein Theil des Hymeniums von einem reifen Perithecium. Die Paraphysen sind fadenförmig, an der Spitze nicht verdickt. Einzelne derselben schnüren an der Spitze stäbchenförmige Spermation (k) ab. Gallerthüllen scheinen im reifen Zustande der Paraphysen nicht vorzukommen. Die Asken enthalten Sporen, welche kaum die halbe Länge des Askus erreichen und von denen 4 im oberen, 4 im unteren Theile desselben liegen (b). In einzelnen verkümmerten Asken liegen alle Sporen zusammen (c). Die reifen Sporen besitzen theils eine Gallerthülle, theils nicht. Sie entschlüpfen den Asken durch eine Oeffnung in der Spitze (e) oder durch Zerreißen derselben (f).

Fig. 24. Keimende Sporen mit und ohne Gallerthülle.

Fig. 25. Unreife Paraphysen mit blasigen Anschwellungen.

Melampsora salicina Lev.

(Taf. VI. Fig. 26—28).

Der Weidenrost.

Der Anbau der kaspischen Weide (*Salix acutifolia* Willd., *Salix pruinosa* Wendt. *Salix caspica* Hort.) auf Sandschollen des Binnenlandes ist in den letzten Jahren in Norddeutschland nicht immer mit glücklichem Erfolge betrieben worden.

Die vielfachen Misserfolge erklären sich zum Theil aus dem Umstande, dass anstatt der genannten Weidenart aus Unkenntniss die Ostseeweide (*Salix daphnoides* Vill. *S. pommeranica* Willd. *S. praecox* Hopp.) cultivirt wurde, dass unpassender Standort für dieselbe ausgewählt oder bei der Anlage der Weidenheger fehlerhaft operirt worden ist. In einer besonderen Abhandlung*) habe ich ausführlich über diesen Gegenstand gesprochen und dabei auch eine Krankheit derselben Weide beschrieben, welche bei Neustadt und an anderen Orten in so verderblichem Grade aufgetreten ist, dass der Anbau dieser Holzart geradezu in Frage gestellt werden muss.

Der Wunsch, meine Beobachtungen auch über die Grenzen des Leserkreises der genannten forstlichen Zeitschrift hinaus bekannt zu machen, bestimmt mich, dieselben hier nochmals zu veröffentlichen unter Hinzufügung einiger weiterer Beobachtungsergebnisse.

Der Anbau der kaspischen Weide bei Neustadt datirt vom Frühjahre 1868. Die glänzenden Erfolge in den ersten Jahren gaben Veranlassung zur Anlage mehrerer Weidenheger in den Jahren 1869 und 1870.

Der Wuchs aller dieser, auf theils besseren, theils schlechteren Böden begründeten Heger war ein ausgezeichnete, die Ausschläge der im Frühjahre 1870 zum ersten Male abgetriebenen 1868 er Anlage hatten bereits im Juli desselben Jahres eine Höhe von 2 M. erreicht, als ich an einer Pflanze der 1869 er Anlage zu

*) Die Misserfolge beim Anbau der kaspischen Weide und das Erkranken derselben durch *Melampsora salicina* Lévl. in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von B. Danckelmann Band IV. Seite 254 ff. 1872.

Anfang Juli 1870 die Blätter mit zahlreichen Sporenhäufchen der Uredoform von *Melampsora salicina* Lev. bedeckt fand. Von dieser Pflanze aus verbreitete sich der Rostpilz bald über die benachbarten Pflanzen und im Laufe des Nachsommers über alle Weidenanlagen.

Mehrere Heger sind inzwischen völlig getötet, andere so sehr im Wuchse beeinträchtigt, dass deren demnächstiges Eingehen vorausszusehen ist.

Der Parasit, welcher die Krankheit erzeugt, gehört zu den Rostpilzen.*)

Die Teleutosporenform, welche überwintert, heisst *Melampsora salicina* Lev., während die zugehörige Uredoform als *Uredo Epitea* Kze. *Uredo Vitellinae* D. C. *Epitea Salicis*. *Lecythaea Salicis* D. C. etc. beschrieben worden ist.

Tulasne hat neuerdings den Parasiten in seiner: *Second memoire sur les Urédinées et les Ustilaginées***) so eingehend beschrieben und abgebildet, dass ich mich darauf beschränken darf, die wesentlichsten Resultate aus der bezeichneten Abhandlung zusammenzustellen.

Die Uredoform tritt im Sommer besonders auf der Unterseite, weniger auf der Oberseite der Blätter und, wie ich nach eigenen Beobachtungen hinzufügen kann, auch an der Rinde der Triebe (Fig. 26 c.) in Gestalt kleinerer und grösserer Häufchen zerstreut auf. Diese scharf umgrenzten Häufchen sind blass goldgelb gefärbt und bestehen aus den eikugelförmigen 16—19 Mik. Durchmesser besitzenden, auf der Oberfläche gekörnelten Sporen (Fig. 27, 28), vor der Loslösung von längeren und kürzeren schlanken Aestchen des Sporenlagers getragen und aus den nach oben keulenförmig verdickten Paraphysen.

Das Mycelium verbreitet sich intercellular von der Infectionsstelle aus nicht nur im Blattzellgewebe, sondern es wandert auch oftmals aus dem Gewebe der Afterblätter in das Parenchym der Rinde.

Sehr oft sah ich in bestimmter Entfernung von der Blattstielbasis einen Kranz von Sporenhäufchen, nach deren Ausbildung eine zweite etwas entferntere Zone von Sporenhäufen entstand (Fig. 26 c.).

Die Anordnung derselben liefert den Beweis, dass das Mycelium sich gleichmässig im Rindengewebe von der Blattbasis aus verbreitet. Die Triebe sterben zuerst an dieser Stelle und späterhin in dem ganzen, oberhalb derselben gelegenen Theile ab.

Die Sporen keimen aus den Poren in sehr kurzer Zeit mit einem bis drei Keimschläuchen.

Geschieht dies in feuchter Luft auf der Objectplatte, so sind dieselben sehr dick, ähnlich denen, welche aus der keimenden Spore von *Peridermium Pini* hervorkommen (Fig. 28).

Untersucht man dagegen die Sporen auf der Oberfläche solcher Weidenblätter, welche man mit Sporen bestrichen hat, 48 Stunden nach stattgehabter Infection, so erkennt man, dass die Keimschläuche, welche in der freien Luft sich gebildet haben, sehr fein sind (Fig. 27).

Die künstliche Infection gesunder Weidenblätter ist mir bei zahlreichen Versuchen ausnahmslos geglückt.

*) cf. Seite 66.

**) Tulasne: *Annales des Scienc. nat.* 4. Série. Bot. Tom. 2.

Je nachdem die Luft trocken oder feucht ist, zeigen sich die Uredohäufchen auf dem durch Bestreichen mit Uredosporen inficirten Blatte am 8. Tage oder etwas später.

Die zweite Form des Pilzes *Melampsora salicina* erzeugt Dauer- oder Teleutosporen. Sie erscheint zuerst gegen Ende des Sommers oder im Herbste in der Nähe der Uredoform.

Die Polster der *Melampsora* sind anfänglich fast von derselben orangegelben Farbe, als die Uredo, aber sie werden bald schmutziggelb, braun und endlich fast ganz schwarz. Wenn das Blatt abstirbt und abfällt, haben diese Polster ihre volle Entwicklung noch nicht erlangt.

Erst während des Winters, wenn das Blatt auf einem feuchten Boden ruht, vergrößern sie sich nach und nach und fangen erst mit Beginn des Frühjahrs an zu fructificiren.

Im Herbste und während des Winters bestehen diese Polster, welche von der Epidermis des Blattes noch bedeckt sind, aus pallisadenförmig aufrecht stehenden, eng unter einander vereinigten Zellen von Gestalt eines 5- oder 6 eckigen Prismas, dessen Länge 32—38 Mik., dessen Breite 13—16 Mik. beträgt; die Membran ist dick und schwach braun gefärbt.

Bei Beginn der Fructification im Frühjahre ist die Epidermis dünner geworden und scheint zuweilen bis auf die Cuticula reducirt zu sein, die mit den oberen Spitzen der pallisadenförmig gestellten Pilzstellen fast verwachsen ist. Die Fructification besteht darin, dass meist an der Spitze, seltener an der Basis der prismatischen Zellen cylindrische Schläuche (*Promycelium*) entspringen, welche meist vier Seitenästchen aussenden, die an ihrer Spitze je eine rundliche, blassgoldgelbe Sporidie von etwa 10 Mik. Durchmesser tragen.

Gleichzeitig mit der Bildung der Sporidien theilt sich das *Promycelium* in eben so viele Zellen von ungleicher Grösse. Die Sporidien sind leicht zum Keimen zu bringen und geben zur Entstehung der Krankheit auf's Neue Veranlassung.

Die beiden beschriebenen Formen des Parasiten treten häufig nebeneinander auf. Doch ebenso oft sieht man auch die Uredoform oder die *Melampsora*-Polster fast allein sich entwickeln und die Oberfläche der Blätter überziehen. An abgestorbenen Blättern entwickelt sich nur die zweite Form, die mithin im ersten Stadium als Parasit, im zweiten als Saprophyt vegetirt.

Die Frage, ob die auf verschiedenen Weidenarten vorkommenden *Melampsoren* derselben Species angehören, oder specifisch verschieden sind, ist neuerdings mehr zu Gunsten der ersteren Ansicht entschieden.

Ich halte aber diese Frage noch nicht als entschieden und bemerke nur, dass, während die Infection von Blättern der *Salix acutifolia* durch Uredosporen dieses Pilzes ausnahmslos gelang, wiederholte Infectionsversuche der *Salix daphnoides*, *purpurea*, *nigricans*, *silesiaca*, *triandra*, *viminialis*, *pentandra* und *cinerea* mit Uredosporen von erkrankten Blättern der *Salix acutifolia* fehlschlügen.

Ich beabsichtige, diese Versuche fortzusetzen und umgekehrt die Infection der kaspischen Weide durch Sporen der *Melampsora* von Blättern anderer Weidenarten vorzunehmen.

Was den Verlauf der Krankheit und deren Ausbreitung im Allgemeinen betrifft, so zeigen diejenigen Pflanzen, die zuerst befallen werden, anfänglich nur

wenige gelbe Flecke, bald vermehrt sich die Zahl und ist erst einmal eine grössere Anzahl von Blätter erkrankt, dann treten schon im frühesten Entwicklungsstadium derselben, wenn sie noch im Entfalten begriffen sind, alsbald so zahlreiche Flecke auf, dass das Blatt innerhalb weniger Tage gelb, zuletzt schwarz wird, sich zusammenrollt und abfällt (Fig. 26 b.).

Da, wie ich mitgetheilt habe, auch die Triebe öfters vom Pilzmycel ergriffen werden, so sterben manche derselben an der Spitze ab.

Tritt die Krankheit frühzeitig im Jahre auf, wie dies 1870 der Fall war, wo sie schon Anfang Juli sich zeigte, dann versuchen die in kurzer Zeit ihrer Blätter und Spitzen beraubten Pflanzen durch Entwicklung von Seitentrieben sich neu zu belauben. Aber auch diese werden bald befallen und getödtet und so hört dann nicht allein das Wachsthum der Pflanzen schon frühzeitig auf, dieselben sind auch nicht im Stande, für das nächste Jahr Reservestoffe zu bilden.

Die abgestorbenen Zweigspitzen geben noch im Winter und für mehrere Jahre Zeugniss von dem Auftreten der Krankheit.

Der Verlauf der Krankheit bei Neustadt war folgender.

Während in den Jahren 1868 und 1869 keine Spur des Parasiten bemerkt worden war, zeigte sich derselbe zuerst Anfang Juli 1870 auf den Ausschlägen eines Stockes der 1869 er Anlage. Von diesen aus verbreitete sich der Rostpilz innerhalb 14 Tage, also bis zur Mitte Juli, über drei zweijährige und ein einjähriges Weidenquartier, die im Zusammenhange lagen.

Durch eine etwa 5 m. hohe dichte Fichtenhecke von diesen Quartieren getrennt, zeigte das 1868 er Weidenbeet erst gegen Mitte August, zur Zeit, wo die ersteren Beete bereits völlig gelb resp. entblättert waren, die ersten Spuren der Krankheit.

Man darf annehmen, dass die dichte Fichtenhecke lange Zeit das Anfliegen der Rostsporen verhindert hatte.

Drei Weidenquartiere aus dem Jahre 1870, die ziemlich entfernt von den anderen Weidenhegern lagen, hielten sich lange Zeit gesund, bis auch sie im Monat September erkrankten.

Am Schlusse des ersten Jahres, in welchem die Krankheit auftrat, war ein Quartier, angelegt im Frühjahr desselben Jahres und vom Rost in der ersten Hälfte des Juli befallen, gänzlich getödtet, drei andere Quartiere von demselben Alter, aber erst im September befallen, zeigten nur abgestorbene Zweigspitzen. Alle älteren Quartiere waren auf der Entwicklungsstufe stehen geblieben, welche sie beim Beginn der Krankheit eingenommen hatten. Nur auf der zuerst erkrankten Stelle waren mehrere Stöcke ausgegangen.

Im Jahre 1871 war der Wuchs der Weiden in sämmtlichen Heger ein im Vergleich zum Vorjahre spärlicher, kaum halb so grosser wie früher.

In den ersten Tagen des August erkrankten die im Jahre 1870 zuletzt befallenen Quartiere zuerst und in dem Masse, dass sie bis zum Eintritt des Winters völlig getödtet wurden.

Die anderen Beete erkrankten erst gegen Ende August; trotzdem wurden zwei derselben bis zum Herbste fast völlig getödtet.

Im Jahre 1872 zeigte sich der Parasit schon am 1. Juni auf einem Exemplare der 1869 er Anlage, in dessen Nähe dann schon am 18. Juni alle Pflanzen von der Krankheit ergriffen waren.

Am 9. Juli waren sämtliche Weidenheger, welche in der Nähe dieser Stelle lagen, nahezu entblättert.

Im Jahre 1873 begann die Krankheit Ende Juni, und war über die noch vorhandenen drei Weidenheger bereits Ende Juli verbreitet. Zwei Drittel aller Anlagen ist im Laufe weniger Jahre vernichtet, der Rest so sehr im Wuchse zurückgebracht, dass dessen Fortbestehen kaum zu erwarten ist.

Aus den bisherigen Erfahrungen geht hervor, dass neue Anlagen, wenn sie schon im Juni oder Juli von dem Rostpilze befallen werden, sich gleich im ersten Jahre völlig erschöpfen und absterben.

Eine Zeit lang suchen die Pflanzen auf Kosten der in ihnen abgelagerten Bildungstoffe neue Blätter und Triebe zu erzeugen. Da diese aber immer wieder alsbald getödtet werden, mithin keine neuen Bildungstoffe assimiliert werden können, so tritt schon im Laufe des Nachsommers und Herbstes völlige Erschöpfung und Tod ein.

Werden neue Anlagen erst im Herbst, also im August oder September befallen, dann wird die Assimilationsthätigkeit der Pflanzen zwar der Art unterbrochen, dass eine Ansammlung von Reservestoffen nicht mehr stattfindet, und desshalb kümmerlicher Wuchs im nächsten Jahre eintritt; ein Absterben erfolgt dann aber noch nicht.

Aeltere 2 bis 4jährige Pflanzen sind widerstandsfähiger, kommen jedoch nicht allein dadurch im Wuchse sehr zurück, dass mit dem Eintritte der Krankheit das Wachsthum für das Jahr aufhört, sondern auch durch den Mangel an Reservestoffen ein kümmerliches Wachsthum für das nächste Jahr herbeigeführt wird.

Nach einigen Jahren sterben dann die meisten Stöcke ab. Wie in der Regel, so wird auch bei dieser Krankheit eine Beschleunigung durch Feuchtigkeit der Luft herbeigeführt, da ja schon die Keimung der den Blättern anhaftenden Rostsporen hierdurch beschleunigt wird.

Es ist anzurathen, in Fällen, wo das erste Auftreten des Parasiten rechtzeitig bemerkt wird, rücksichtslos alle befallenen Ausschläge abschneiden und verbrennen zu lassen, um die Verbreitung der Krankheit möglichst einzuschränken. Eine völlige Beseitigung derselben wird wegen des leichten Verstäubens der Sporen zwar nicht zu erreichen sein.

Um die Uebertragung der Krankheit von einem Jahre auf das Folgejahr zu verhindern oder doch einzuschränken, wird es sich empfehlen, versuchsweise das von Melampsorenpolster behaftete Laub im Herbst oder Winter zusammenharken und verbrennen zu lassen.

Da die Keimung der Dauersporen auf den abgestorbenen Blättern erst im Frühjahr geschieht, die Häufchen von der Epidermis bedeckt sind, die Sporen also nicht vor der Keimung auf den Boden oder in die Luft ausgesäet werden, so lässt sich das Begegnungsmittel vielleicht im Grossen zur Ausführung bringen.

Hier bei Neustadt habe ich Versuche zur Vertilgung des Parasiten bisher nicht anstellen wollen, da ich mich dadurch vielleicht eines sehr willkommenen Lehrmittels für die pathologischen Vorträge und Demonstrationen berauben würde.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VI. Fig. 26—28.)

Fig. 26. Zweig von *Salix acutifolia* durch *Melampsora salicina* befallen.

a. Noch grünes Blatt mit zahlreichen Pilzpolstern.

b. Blätter, welche bereits schwarze Flecke bekommen und sich zusammenrollen

c. Pilzpolster aus der Epidermis des Stengels hervorbrechend.

Fig. 27. Sporen der Uredoform von *Melampsora sal.* in freier Luft gekeimt.

Fig. 28. desgl. in feuchtem Raume zur Keimung gelangt.

Nachtrag.

Zu *Agaricus (Armillaria) melleus* L.

Vor Beendigung des Druckes bin ich noch in der Lage, diejenige Gestalt des Myceliums zu bezeichnen, welche aus den Sporen des *Agaricus melleus* direct hervorgeht.

Die Sporen aus den Hüten der Fruchträger bilden im Herbste ein weisses Pulver, welches auf dem darunter liegenden Moose, den Blättern, Zweigen etc., oft noch ein Jahr nachher zu erkennen ist.

Die Untersuchung dieses weissen Ueberzuges im September des folgenden Jahres zur Zeit, wo die neuen Fruchträger im Entstehen waren, ergab, dass an Stelle der Sporen, von denen nur noch eine geringe Anzahl im fast unveränderten Zustande zu erkennen war, ein dichtes Geflecht von Hyphen getreten war, die durch ihre Schnallenzellen, und gekörnelte Oberfläche völlig mit den Taf. I., Fig. 8 u. Taf. II. Fig. 9 gezeichneten Hyphen übereinstimmten.

Hier und da vereinigten sich dieselben zu feineren und dickeren Hyphensträngen, wie sie als Auswüchse der Rhizomorpha Taf. I. Fig. 5 c., 6, 7, 8, 9 beschrieben worden sind.

Die Vermuthung, dass dieses Mycelium aus den vorjährigen Sporen des *Agaricus melleus* hervorgegangen sei, wurde dadurch bedeutend verstärkt, dass auch die Erde in der Nähe des Wurzelstockes von demselben Mycel überaus reich durchwuchert war und zahlreiche kleine Fruchträger des *Agaricus melleus*, von denen aber die meisten verkümmerten, und höchstens die Taf. II. Fig. 15 dargestellte Grösse erreichten, aus dem Boden hervorwuchsen, ohne mit ausgebildeten Rhizomorphensträngen in Verbindung zu stehen.

Leider gestatteten es äussere Umstände nicht, die Entstehung der Fruchträger aus diesem Mycel zu untersuchen.

Ebenso wie aus der normalen Rhizomorpha sich dickere und dünnere marklose Hyphenstränge (Taf. I. Fig. 5 c.) auszweigen, werden letztere unter günstigen Verhältnissen zu Rhizomorphensträngen sich ausbilden können, und glaube ich hiermit

die noch unbeantwortete Frage, wie aus den Sporen des *Agaricus* die Rhizomorphen hervorgehen, mit grösster Wahrscheinlichkeit beantwortet zu haben.

Was die Zeit der Fruchträgerbildung betrifft, so fand ich in diesem Jahre bereits am 24. September auf einer Reise im Solling und einige Tage später am Harze einzelne Fichten, an denen die Taf. II. Fig. 5 dargestellten Entwicklungsstufen zu erkennen waren, während an den meisten getödteten Pflanzen die Fructification auf der Taf. II. Fig. 4 u. 6 gezeichneten Stufe stand.

Am 15. October waren bei Neustadt-Eberswalde nur noch wenige Fruchträger zu finden, bei denen der Hut nicht schon völlig aufgebrochen war. Die Witterung hatte mithin 1873 die Fructification um etwa 14 Tage früher herbeigeführt, als 1872.

Nach einer Mittheilung des Oberforstmeister Danckelmann hat derselbe an einer ca. 15 Ctm. starken Kiefer sehr zahlreiche Fruchträger des *Agaricus melleus* bis zu der Höhe von 2 M. aus den Borkerissen hervorwachsen gesehen, was jedenfalls selten ist, da die Borke der Kiefer so dick ist, dass sie nicht leicht Risse erhält.

Die Rhizomorpha subcorticalis geht, wie ich bereits mitgetheilt habe, an älteren Kiefern leicht bis zu einer Höhe von 2—3 M. unter der Rinde empor.

Morphologisch interessant ist ein von mir kürzlich gefundener Fruchträger, auf dessen Hutoberseite ein etwa haselnussgrosser Auswuchs sich befand. Dieser war in der Mitte aufgeplatzt und der trichterförmige Innenraum zeigte sternförmig gestellte, zum aufgeplatzten Rande verlaufende Lamellen.

Hinsichtlich der Lebensweise des Parasiten theile ich nur noch mit, dass auch die Fichte, wie die Kiefer im höheren Alter von der Krankheit nicht verschont bleibt. Im Holzmindener Reviere auf dem Sollinge fand ich eine ca. 45 jährige sehr wüchsige Fichte von etwa 30 Ctm. Durchmesser durch den Parasiten getödtet. Die dicken, weissen Mycellappen waren mehrere Meter hoch unter der Rinde emporgewachsen.

Nach Aussage des Oberförster Dürking war in der Nähe dieses Baumes vor einigen Jahren bereits ein Horst wüchsiger Fichten ohne erkennbare Veranlassung abgestorben und zur Fällung gekommen. Es liegt die Vermuthung nahe, dass auch diese Fichten durch den Parasiten getödtet wurden.

Zu *Trametes radiciperda* R. Hrtg.

Es war mir bisher nur geglückt, jüngere Exemplare dieser Tramete zu finden, wie ich sie Taf. III. Fig. 20—23 dargestellt habe. Ein nunmehr von mir am Fusse einer durch den Pilz getödteten älteren Kiefer aufgefundenes mindestens 5 jähriges Exemplar zeigt die Charaktere des Fruchträgers deutlicher ausgebildet.

Die Gestalt des Fruchträgers lässt sich am besten vergegenwärtigen, wenn man sich von dem Taf. III. Fig. 4 gezeichneten consolenförmigen Fruchträger der *Trametes Pini* die untere Hälfte durch einen mit der oberen sterilen Horizontalfläche parallelen Schnitt entfernt denkt.

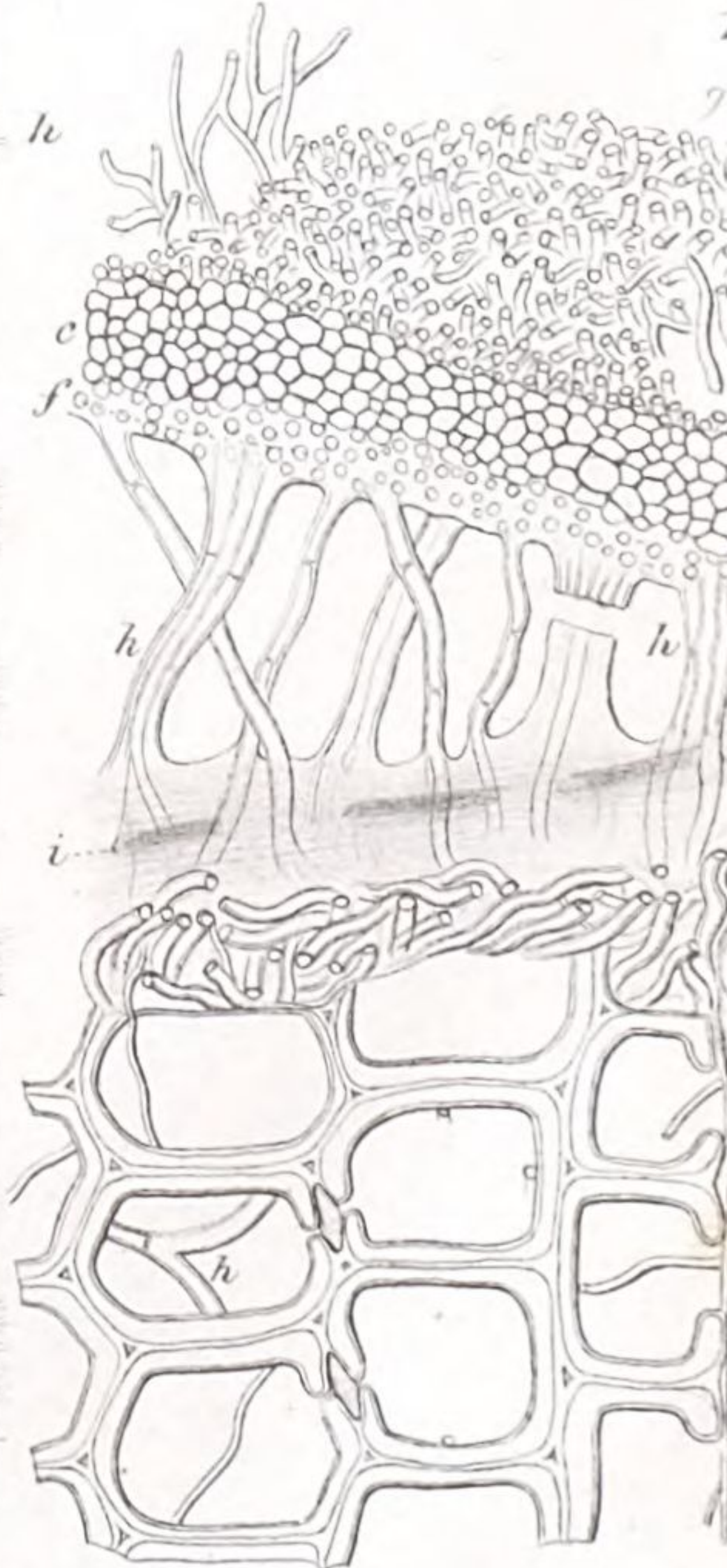
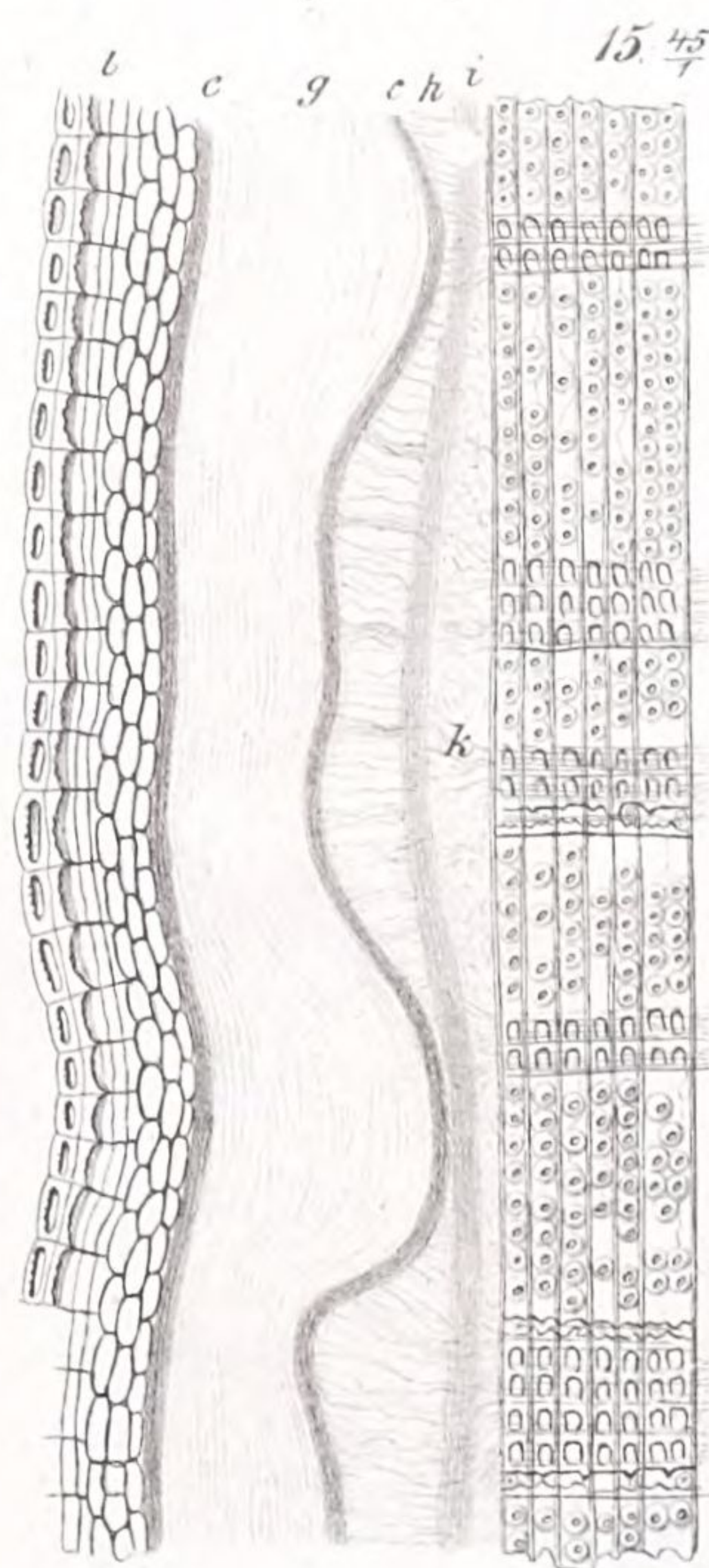
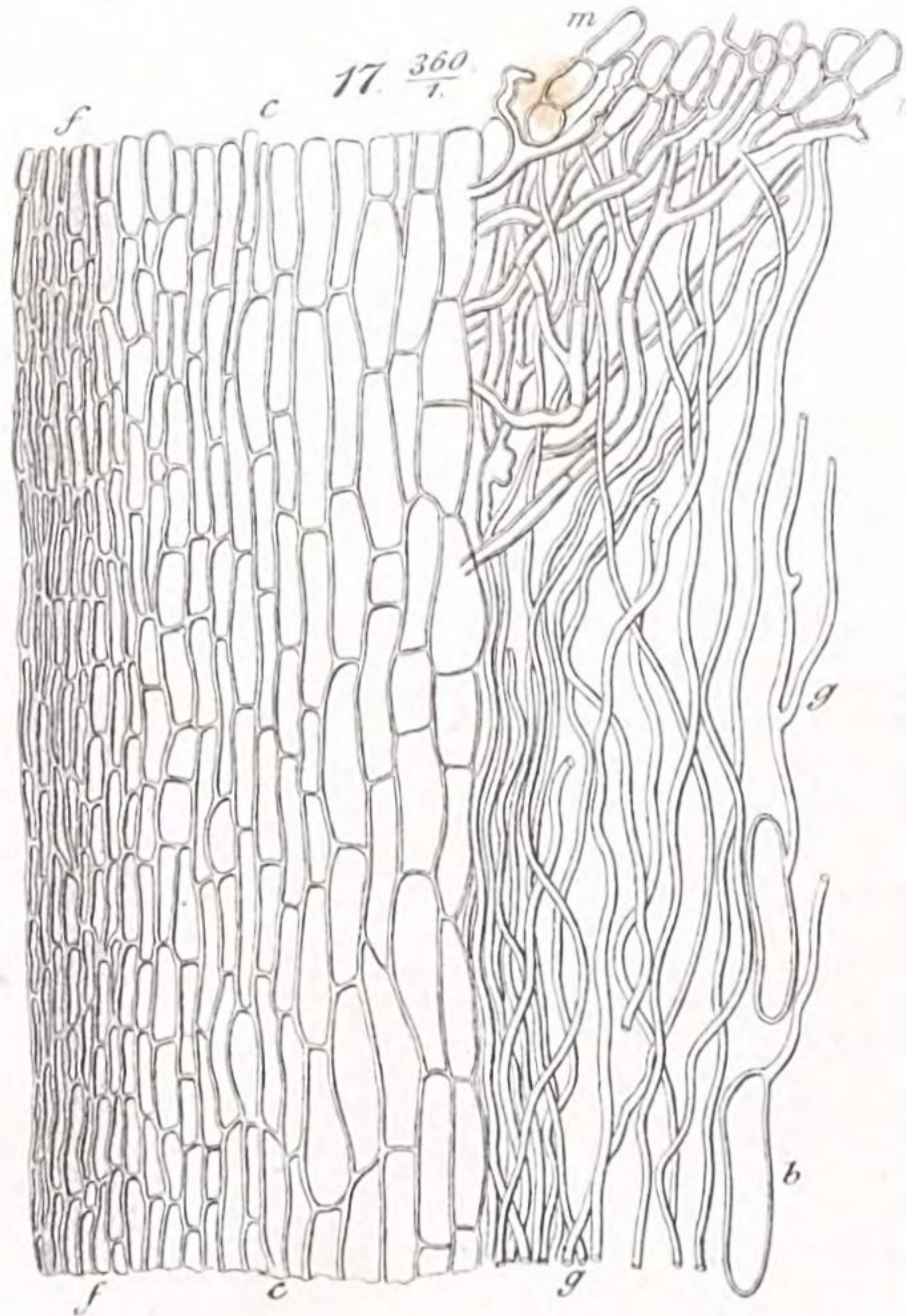
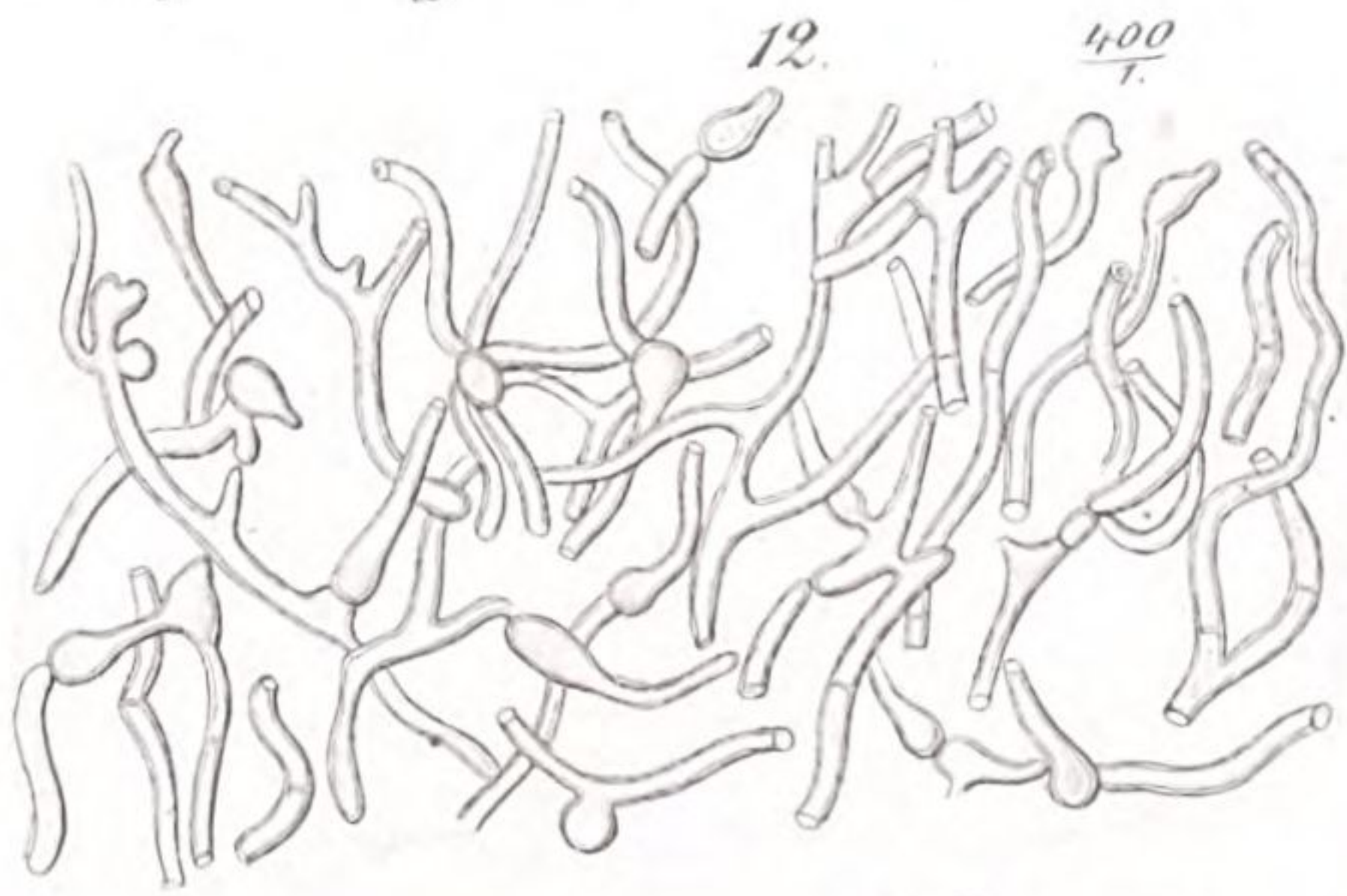
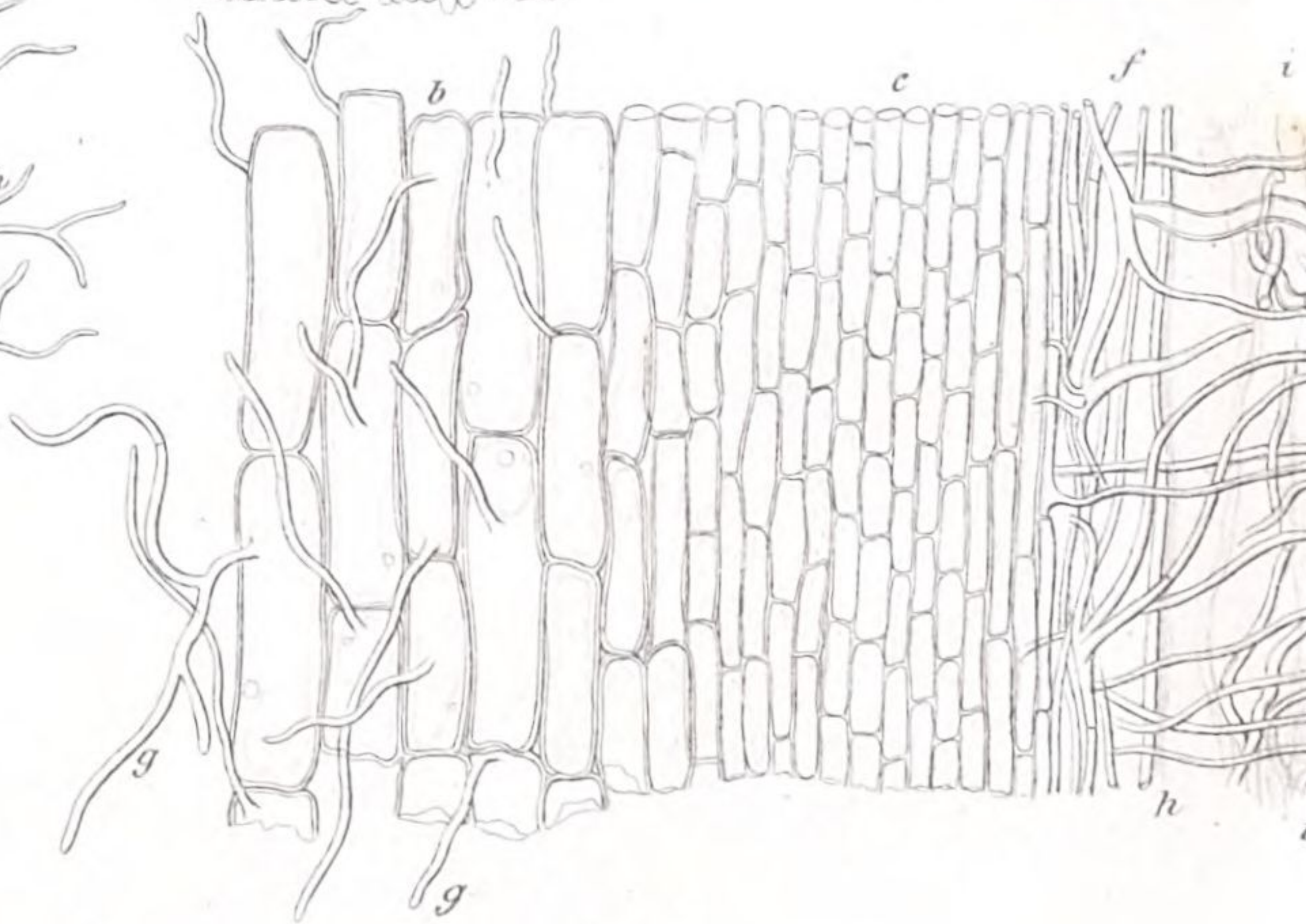
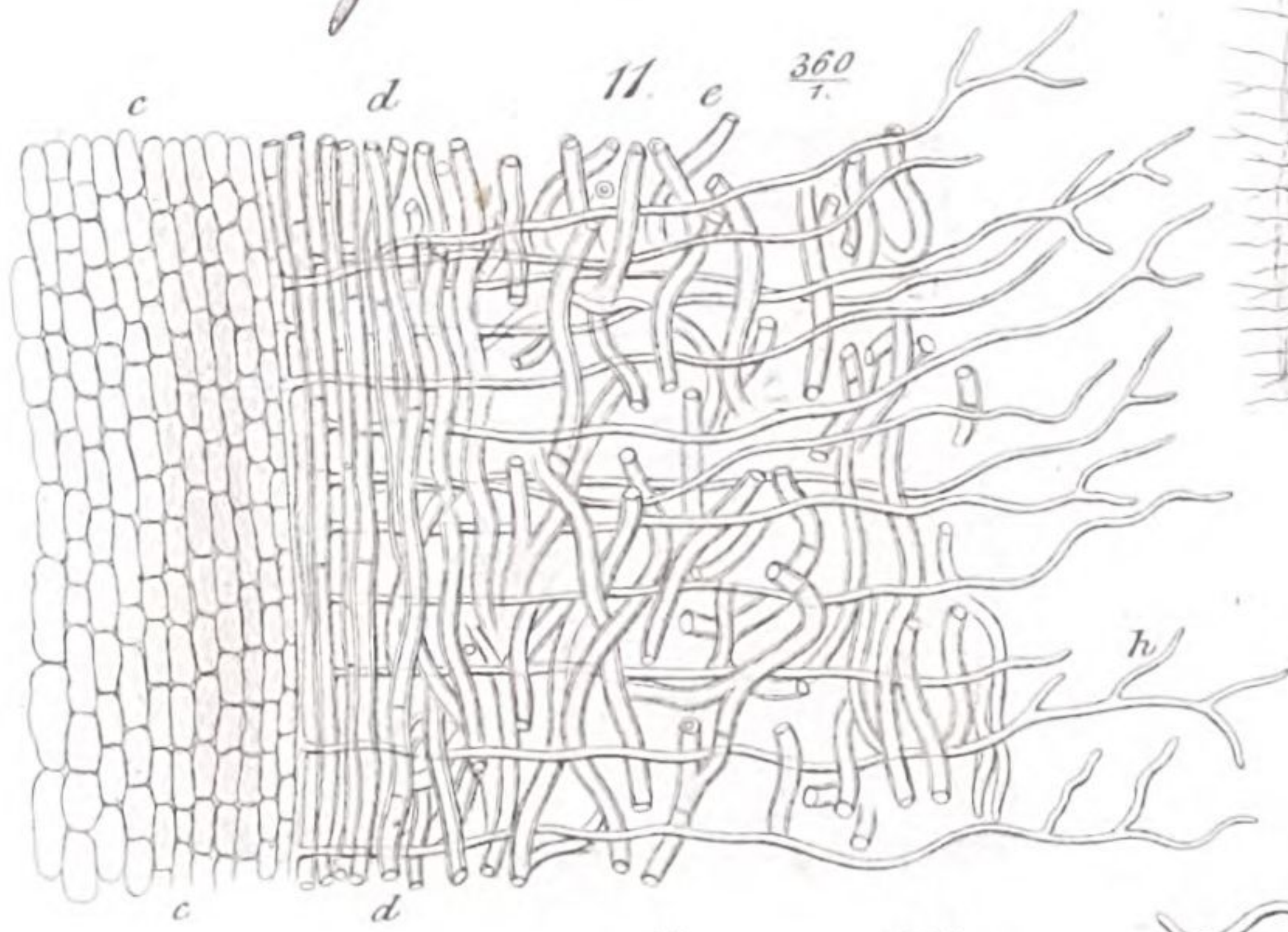
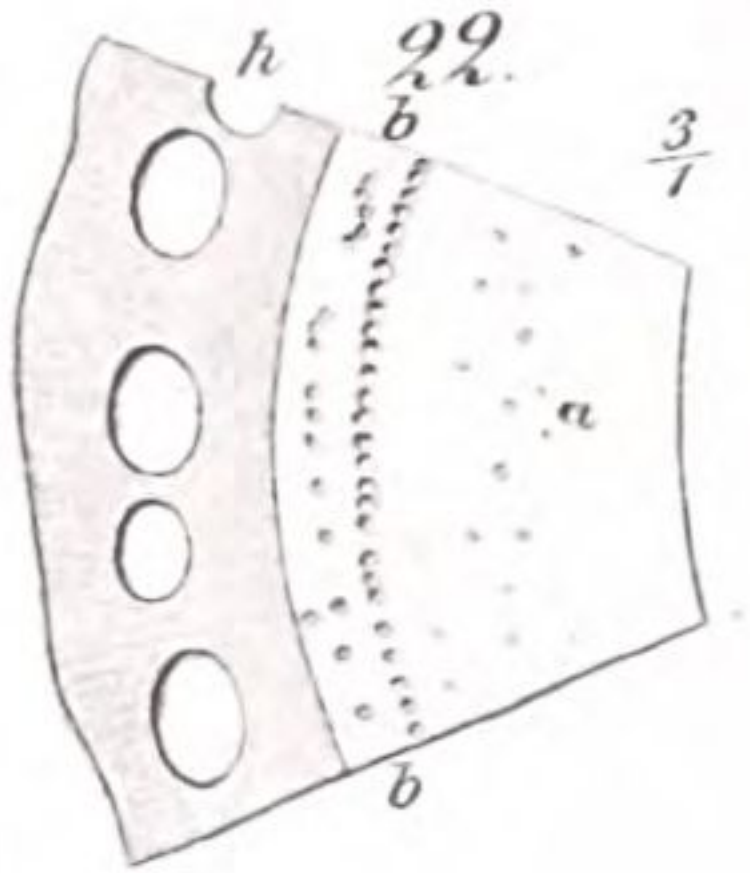
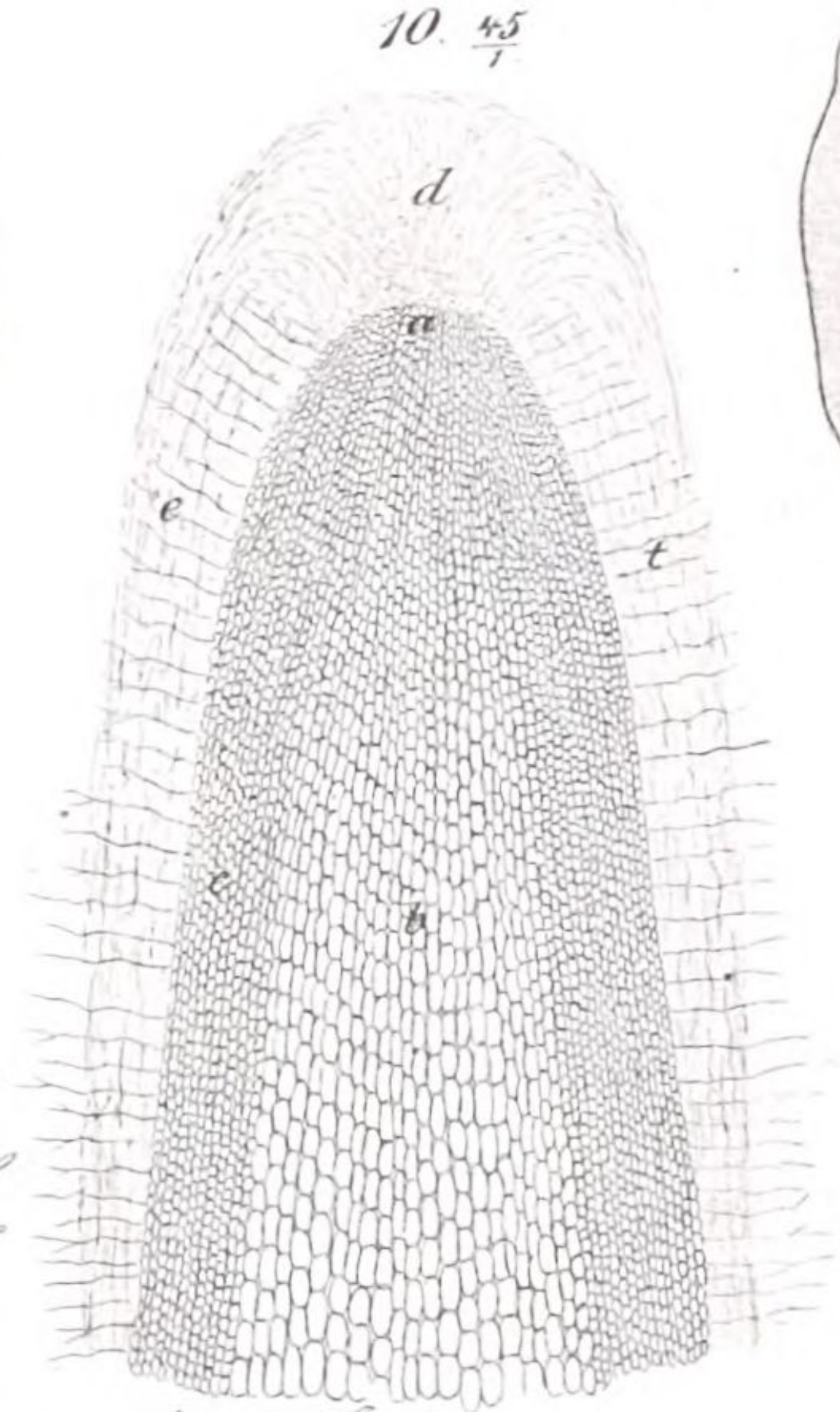
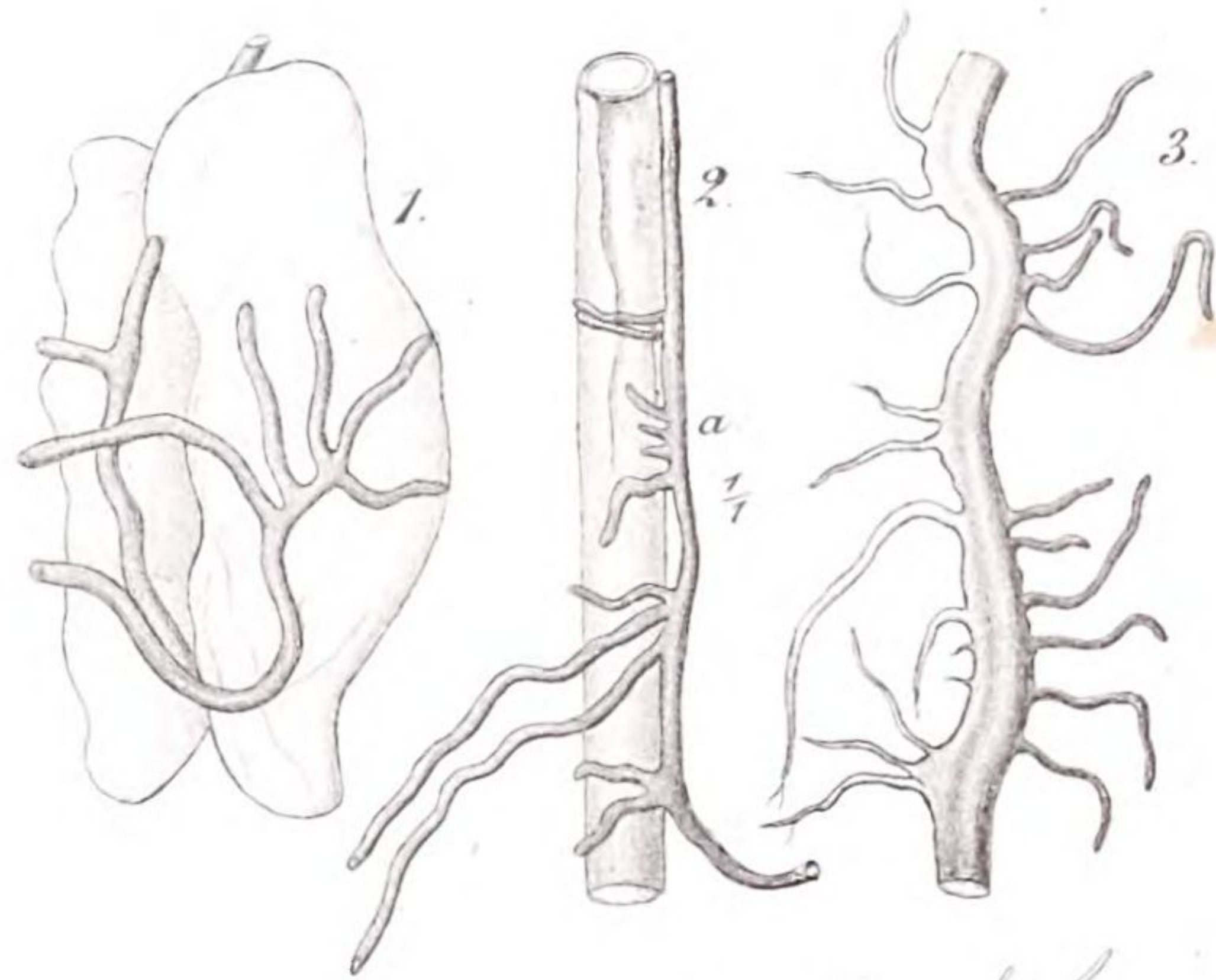
Es entsteht dadurch eine zweite, kleinere, nach unten gerichtete sterile Fläche, während die poröse, schräge Hymenialfläche an beiden Seiten nahezu ebenso breit

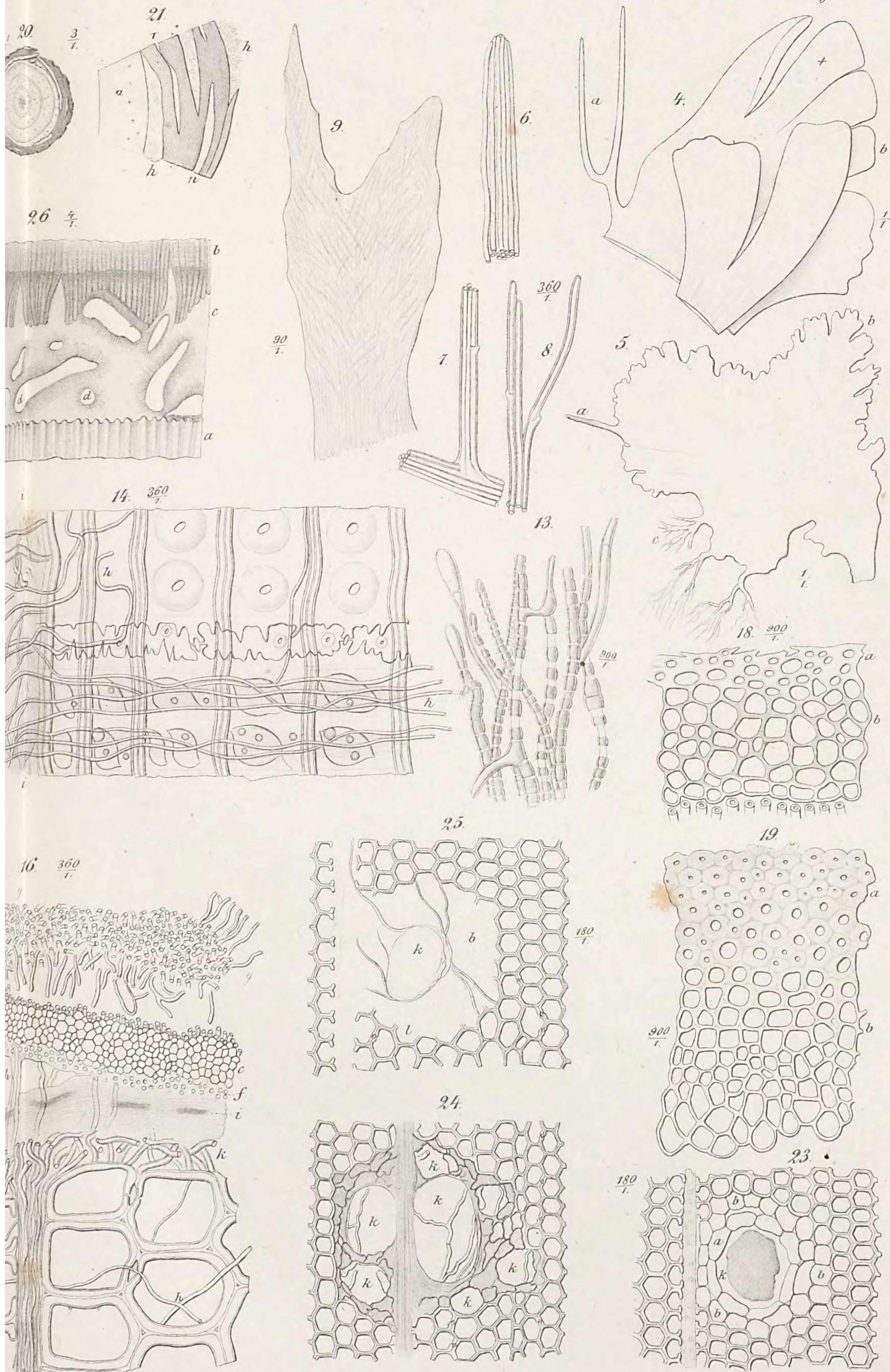
ist, als in der Mitte. Die scheeweissen, wulstigen, porenfreien Ränder der Hymenialfläche sind sehr unregelmässig gebuchtet und gefaltet, ähnlich dem Fig. 22 dargestellten Rande. Die sterile horizontale Oberseite ist regellos gebuckelt, zeigt aber die am Ende der Wachstumsperioden sich bildenden schmalen Wulstränder über die gemeinsame Oberfläche hervorragend. Die im letzten Jahre gebildete Zone ist mit Ausnahme des schneeweissen Randes rostfärbig und fein sammtig behaart (Taf. III. Fig. 27).

Der ältere Theil der Oberfläche ist dagegen dunkelbraun und mit feinem Moose bewachsen. Auf einem senkrechten Durchschnitte lassen sich die jährlichen Wachstumszonen deutlich von einander unterscheiden, indem auf der Grenze eine schmale, gleichmässige Schicht sich befindet, die mit Beginn jeder Wachstumsperiode sich bildet und in welcher die Kanäle aufs neue entstehen.

Die älteren, inneren Kanäle sind von schneeweisser Ausfüllungsmasse erfüllt, während die Wandungen der Kanäle eine gelblichweisse Färbung zeigen. Die Substanz ist korkartig, schrumpft durch Austrocknen etwas zusammen und wird sehr hart. In frischem Zustande hat dieselbe einen angenehmen Geruch ähnlich dem des *Boletus edulis*. Die Gestalt der Porenöffnungen ist ähnlich der der *Trametes Pini*. Die Länge der Kanäle beträgt in jedem Jahre ca. 5 Mm. Die Breite des vorliegenden Fruchträgers querüber von einer Seite zur anderen gemessen ist 8 Ctm. Der Abstand der oberen von der unteren sterilen Fläche ist $2\frac{1}{2}$ —3 Ctm., die Breite der schrägen Hymenialfläche in der Mitte 4 Ctm. Der Abstand des oberen Wulstrand des vom Stamme resp. Ansatzpunkte in der Mitte 5 Ctm.

Ausreissen jüngerer, Ausroden der Stöcke älterer durch den Parasiten getödteter Pflanzen ist anzurathen, um der Verbreitung des Pilzes durch die Sporen der noch eine Reihe von Jahren an den todtten Pflanzen vegetirenden Fruchträger entgegenzutreten.

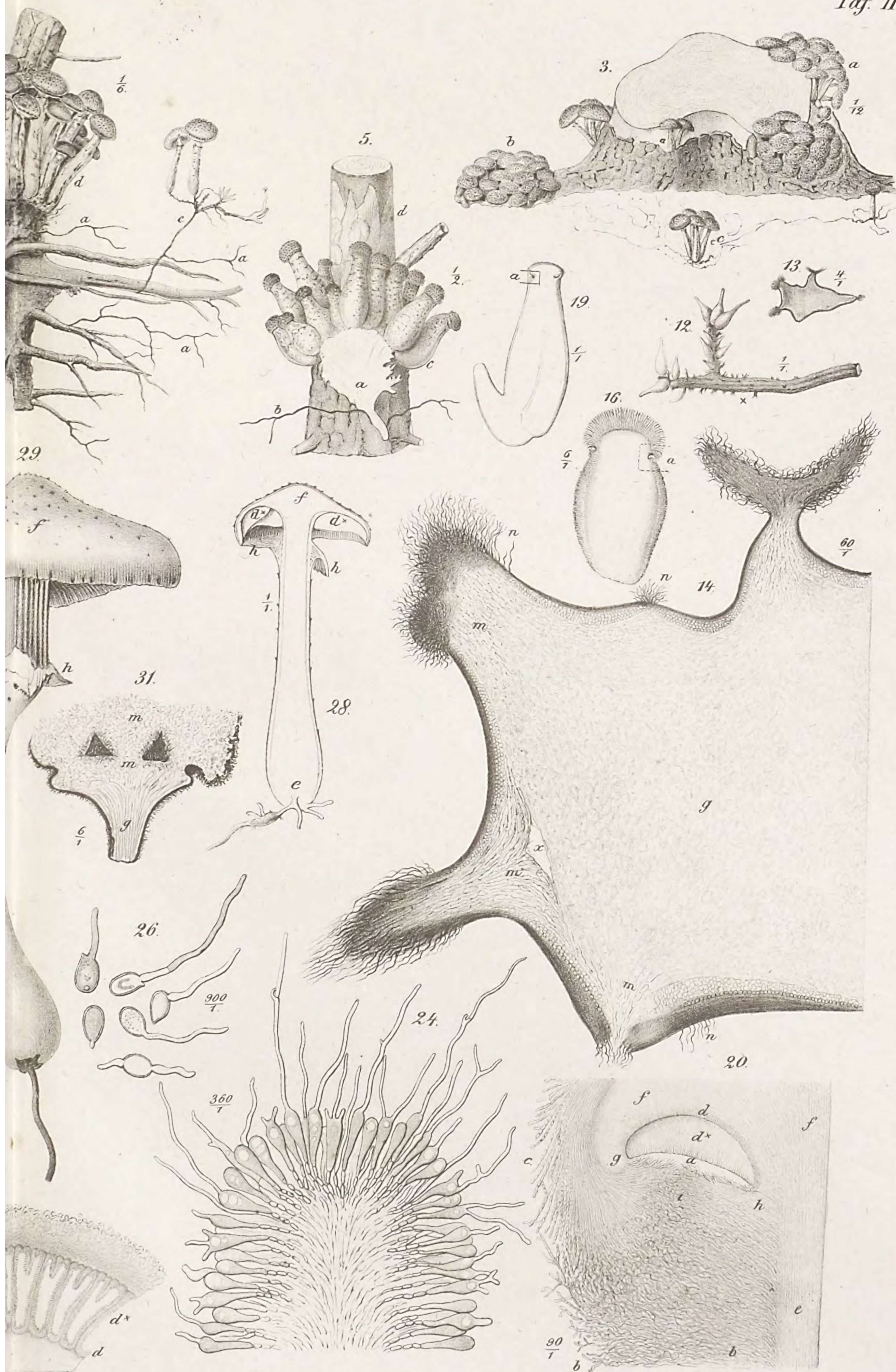






R. Hartig del.

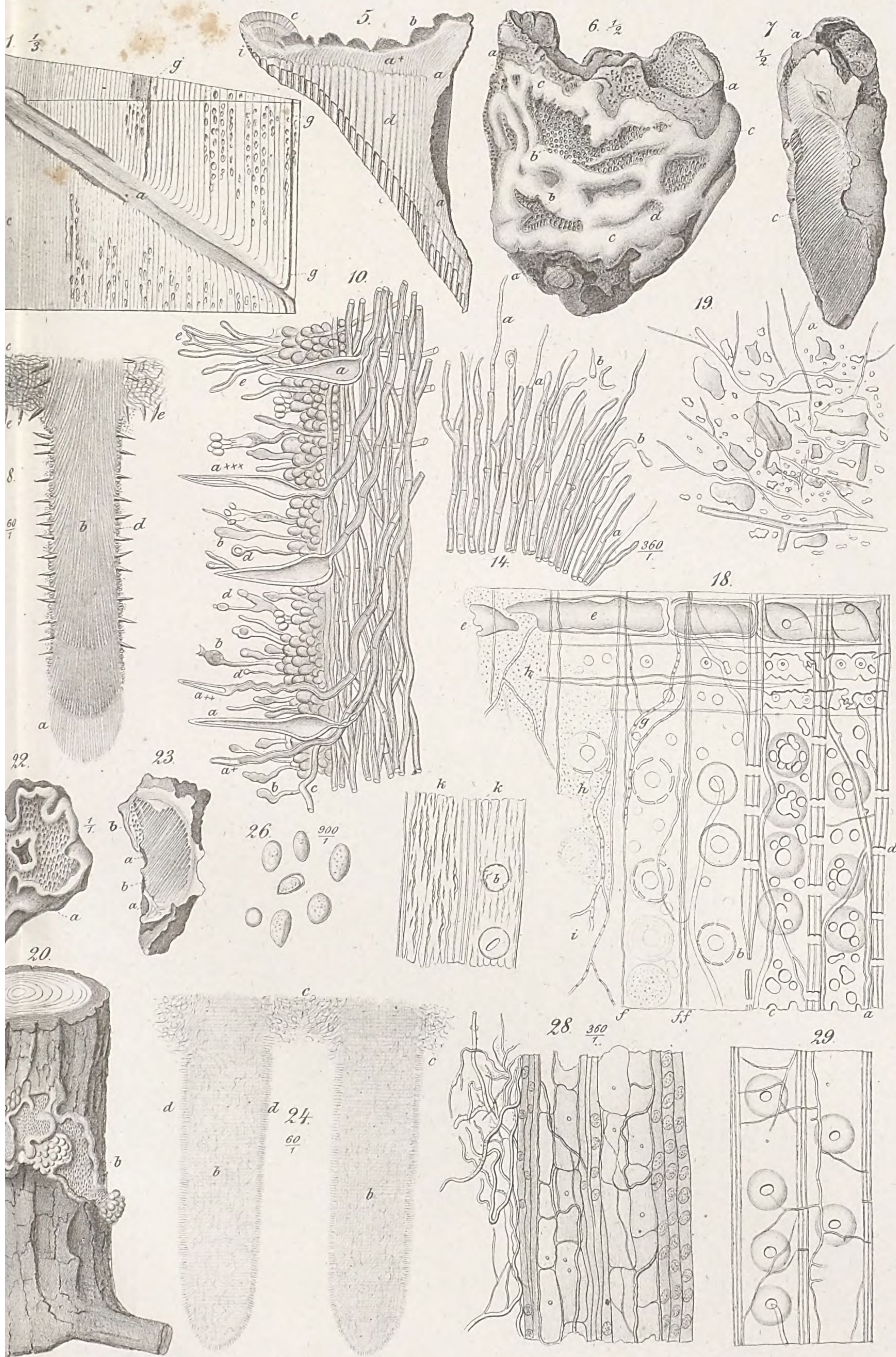
Verlag von Julius S.

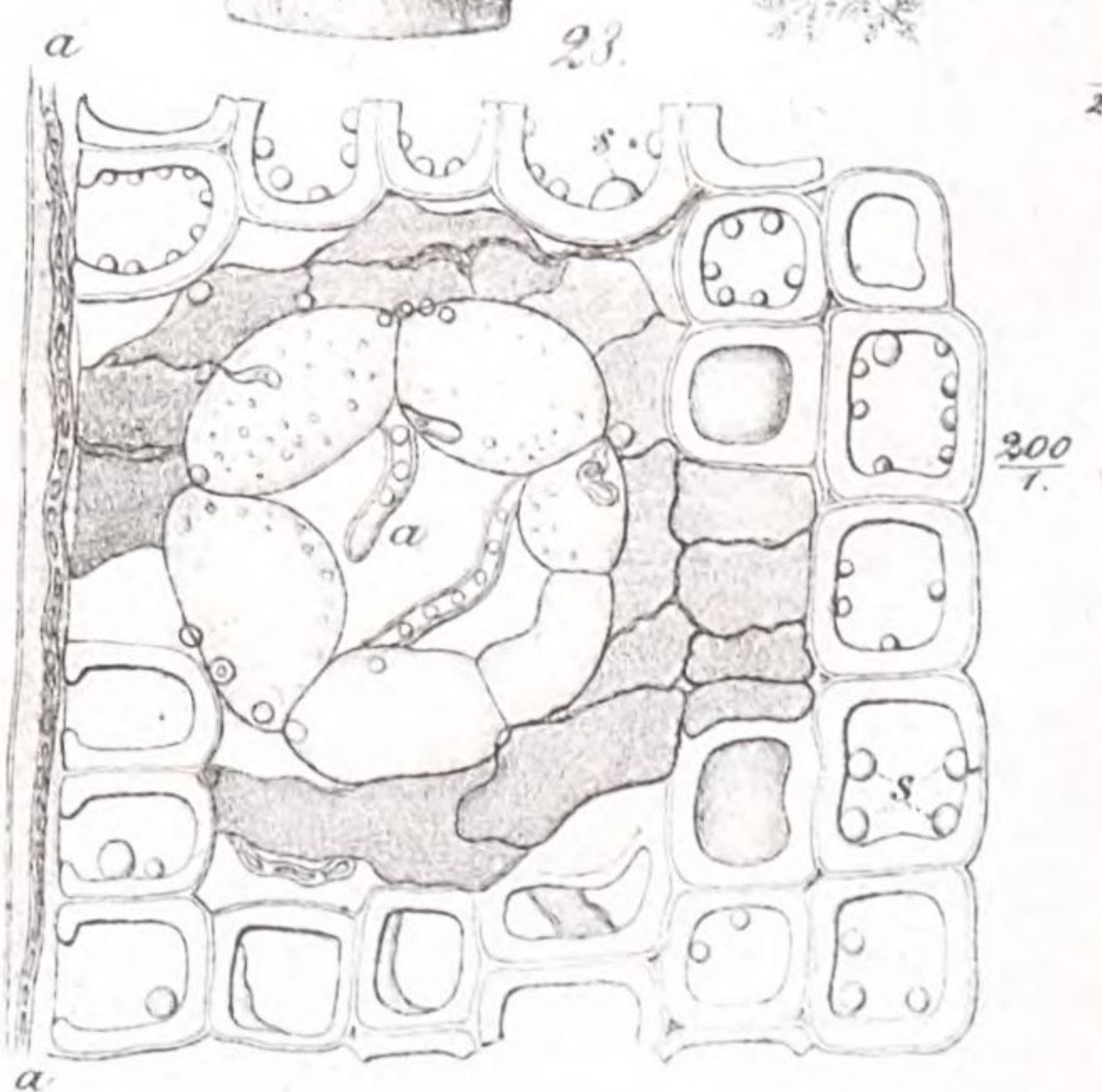
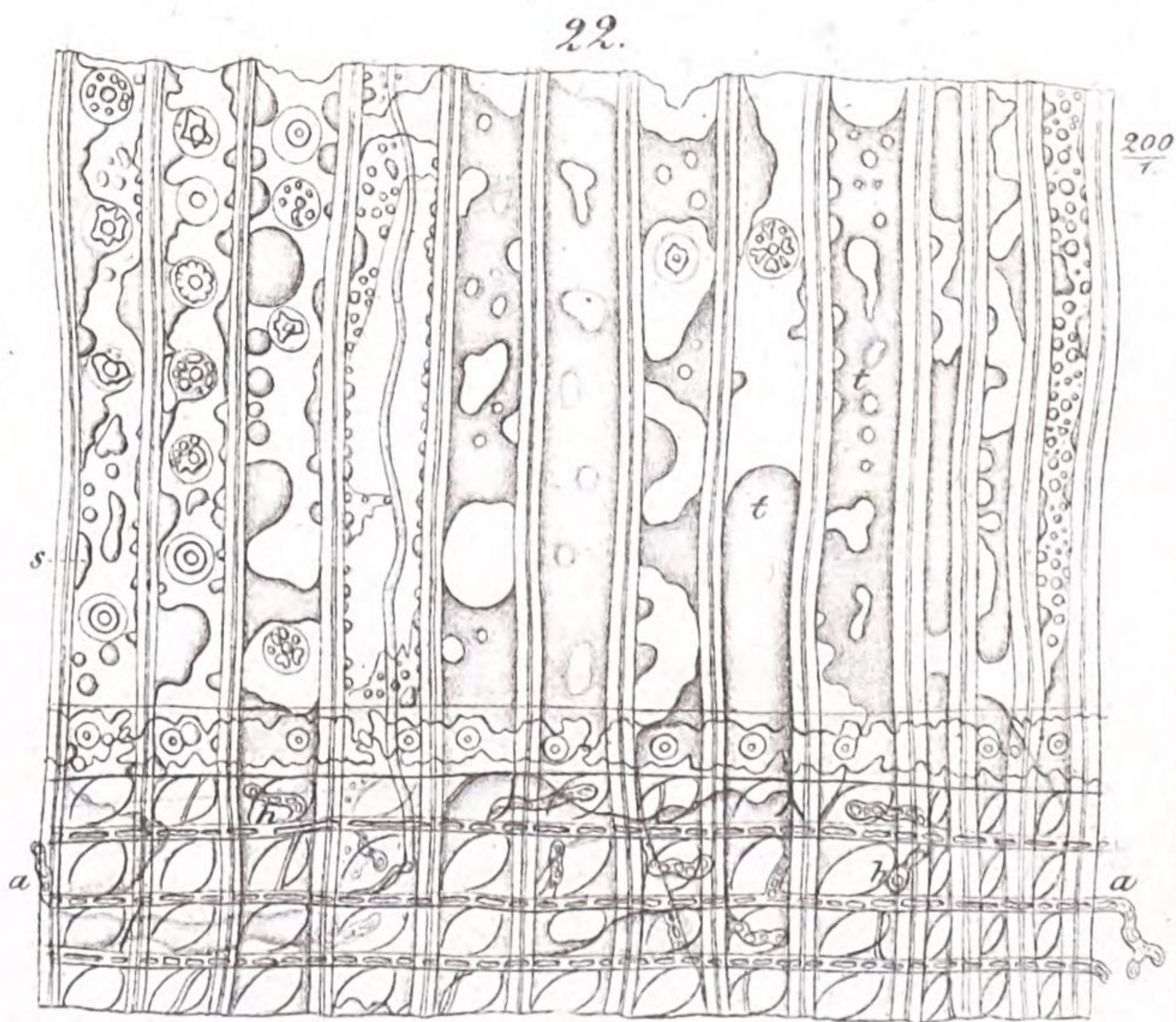
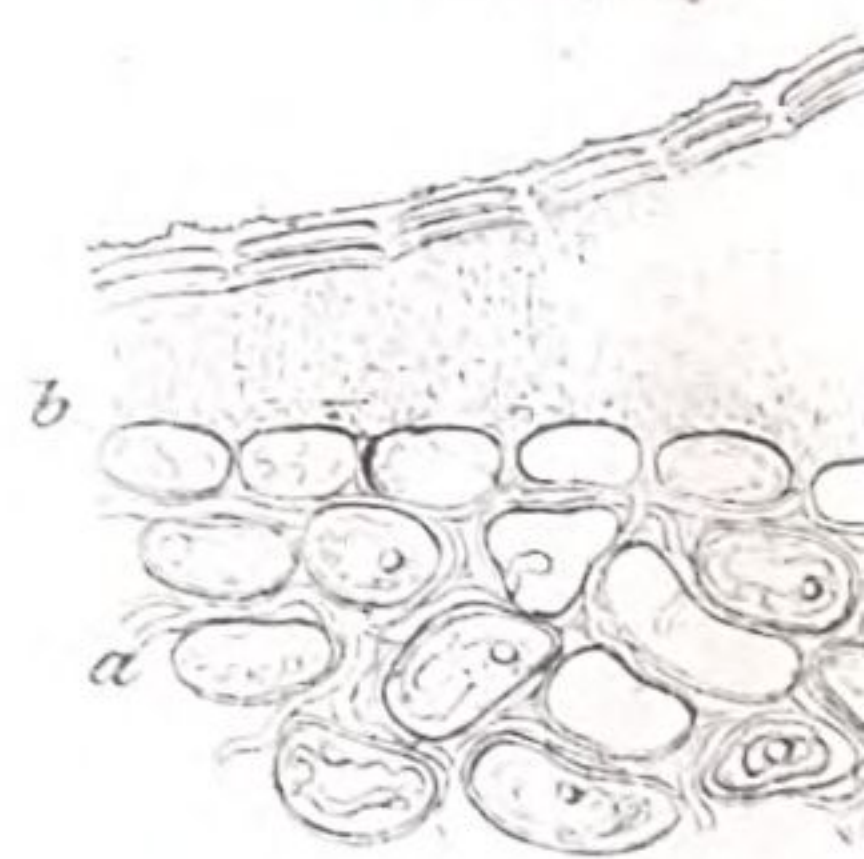
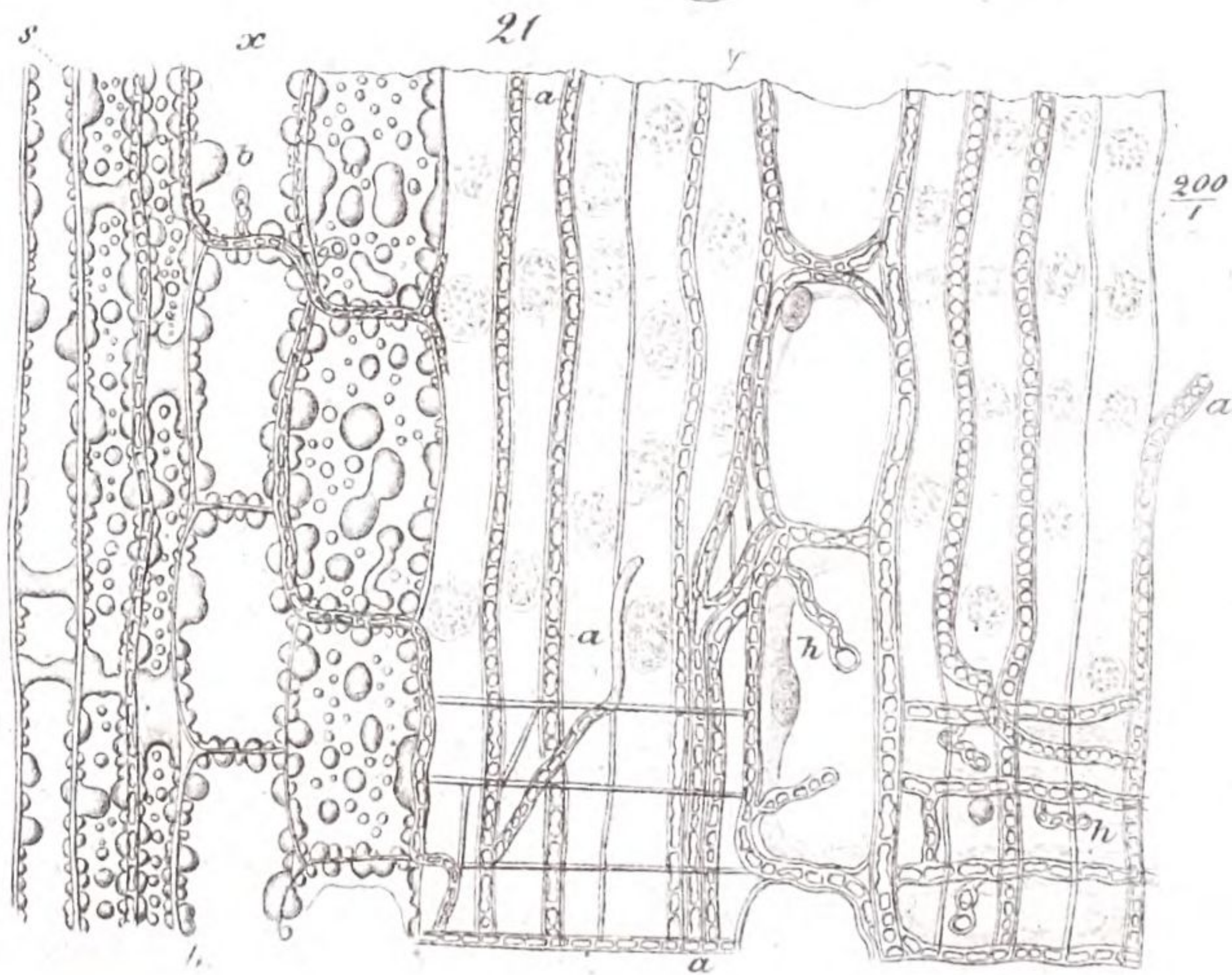
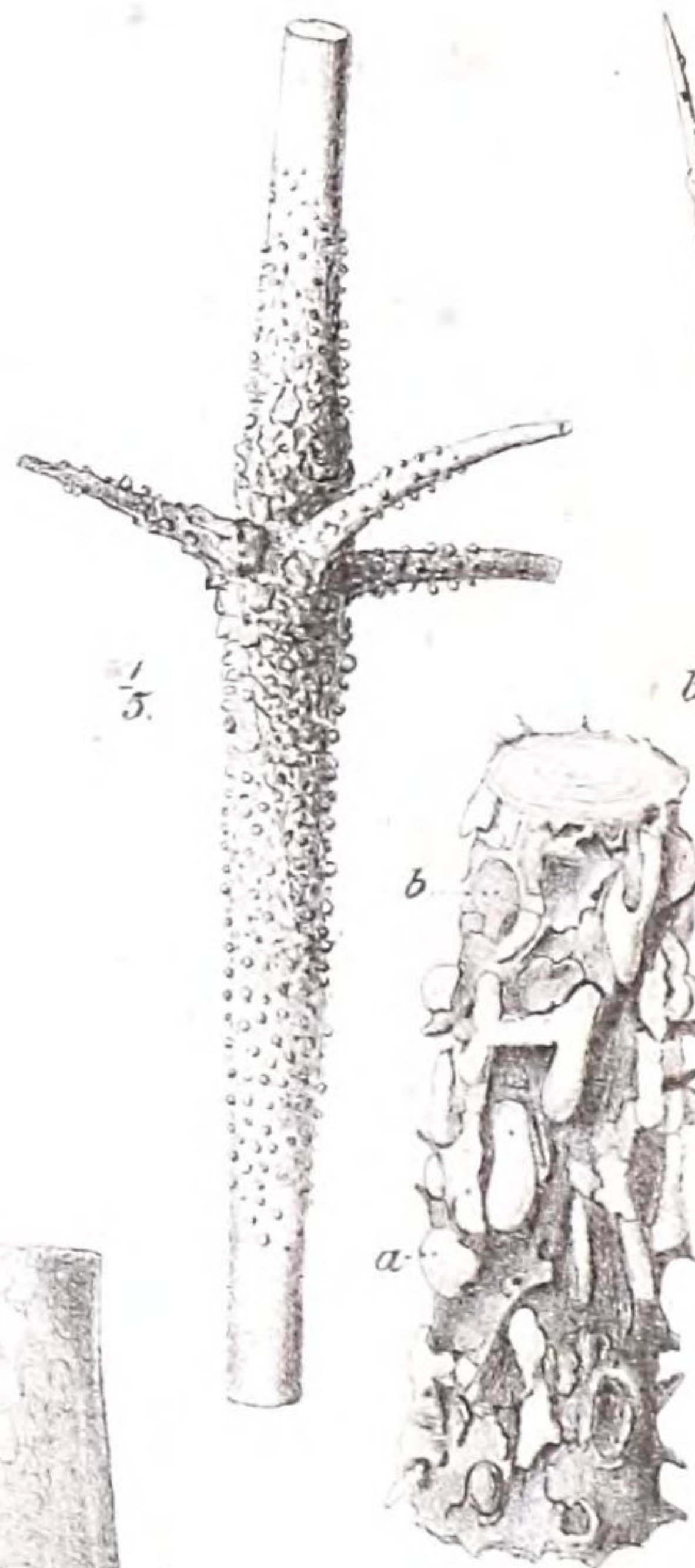
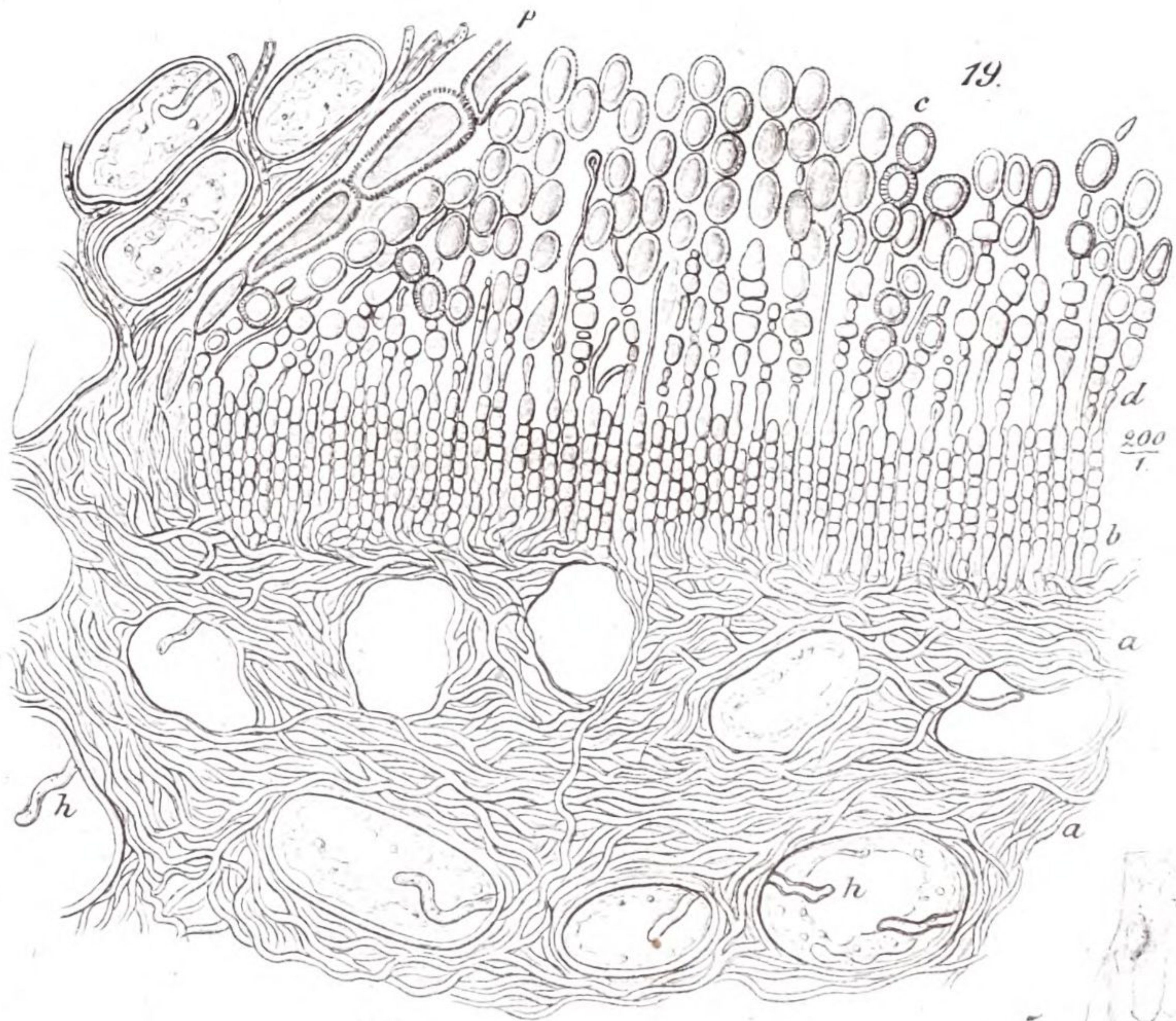


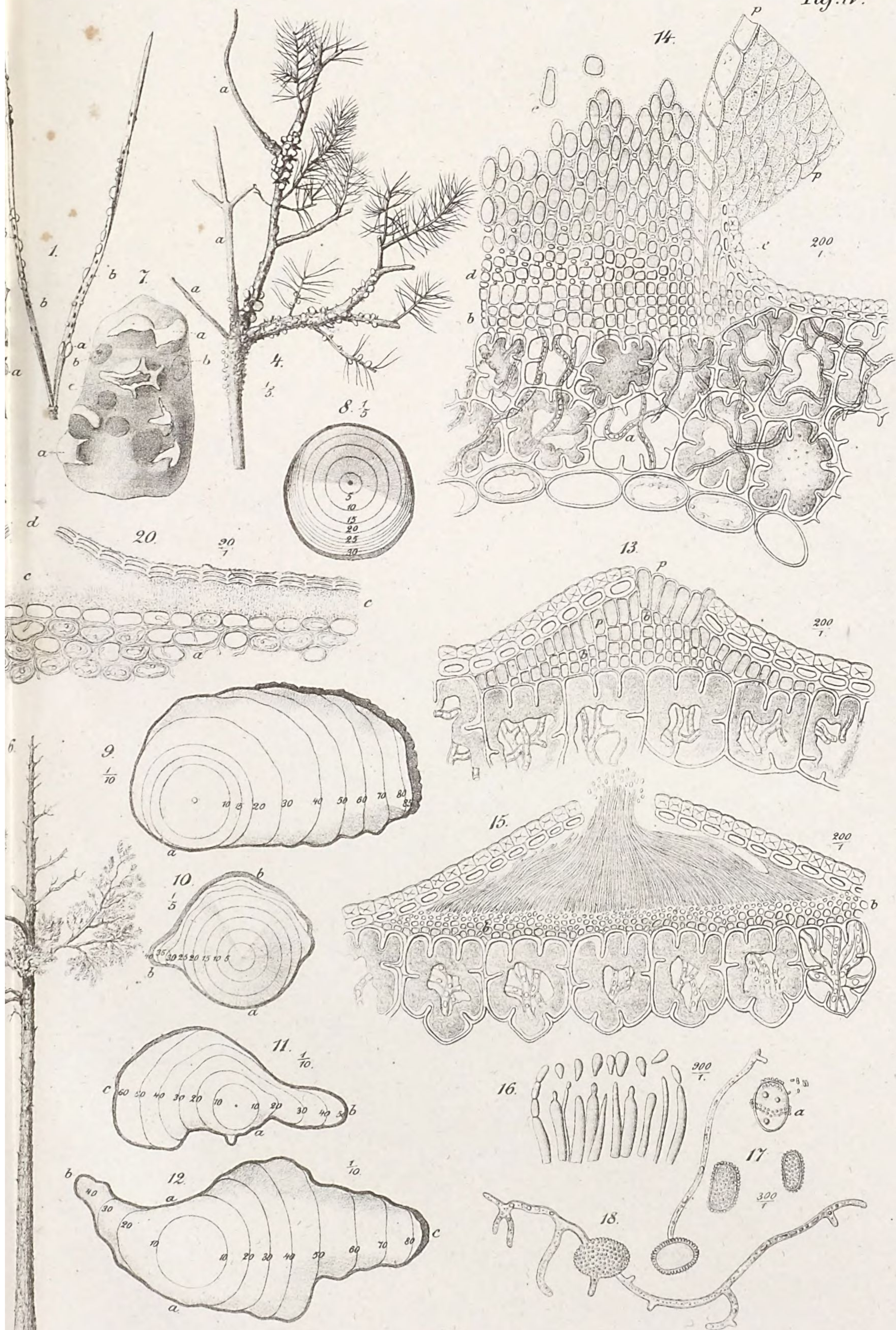


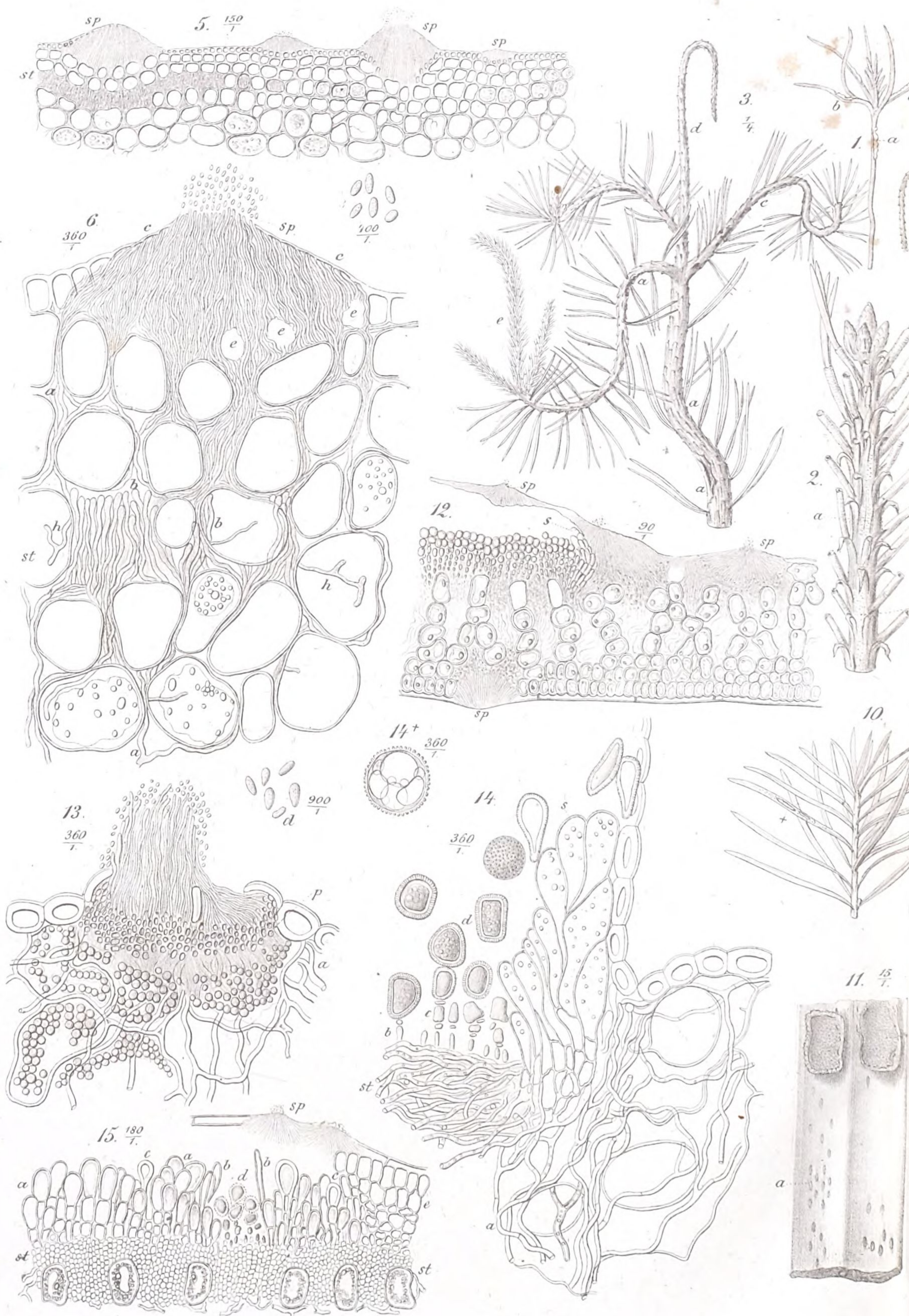
R. Hartig del

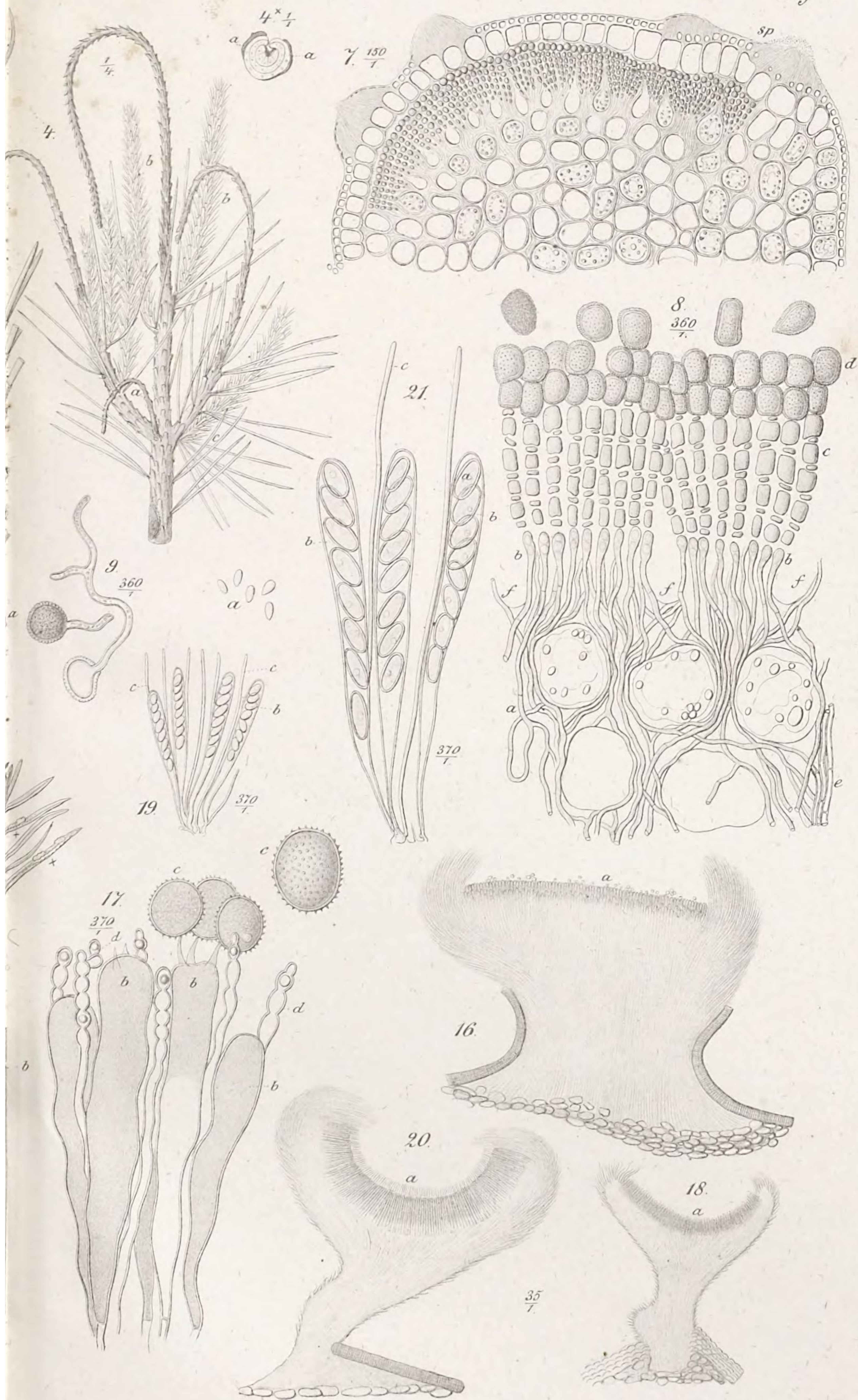
Verlag v. Julius

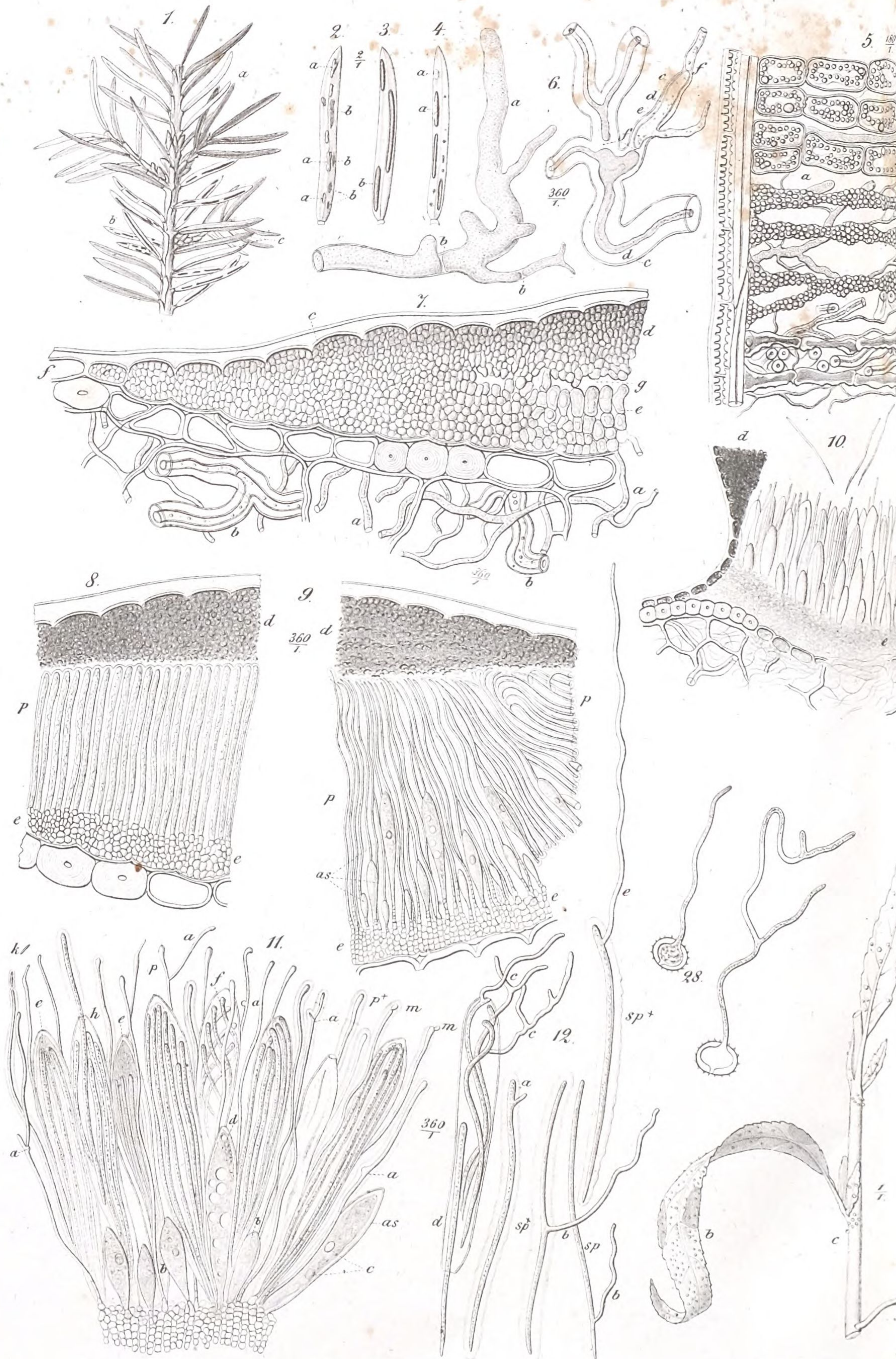






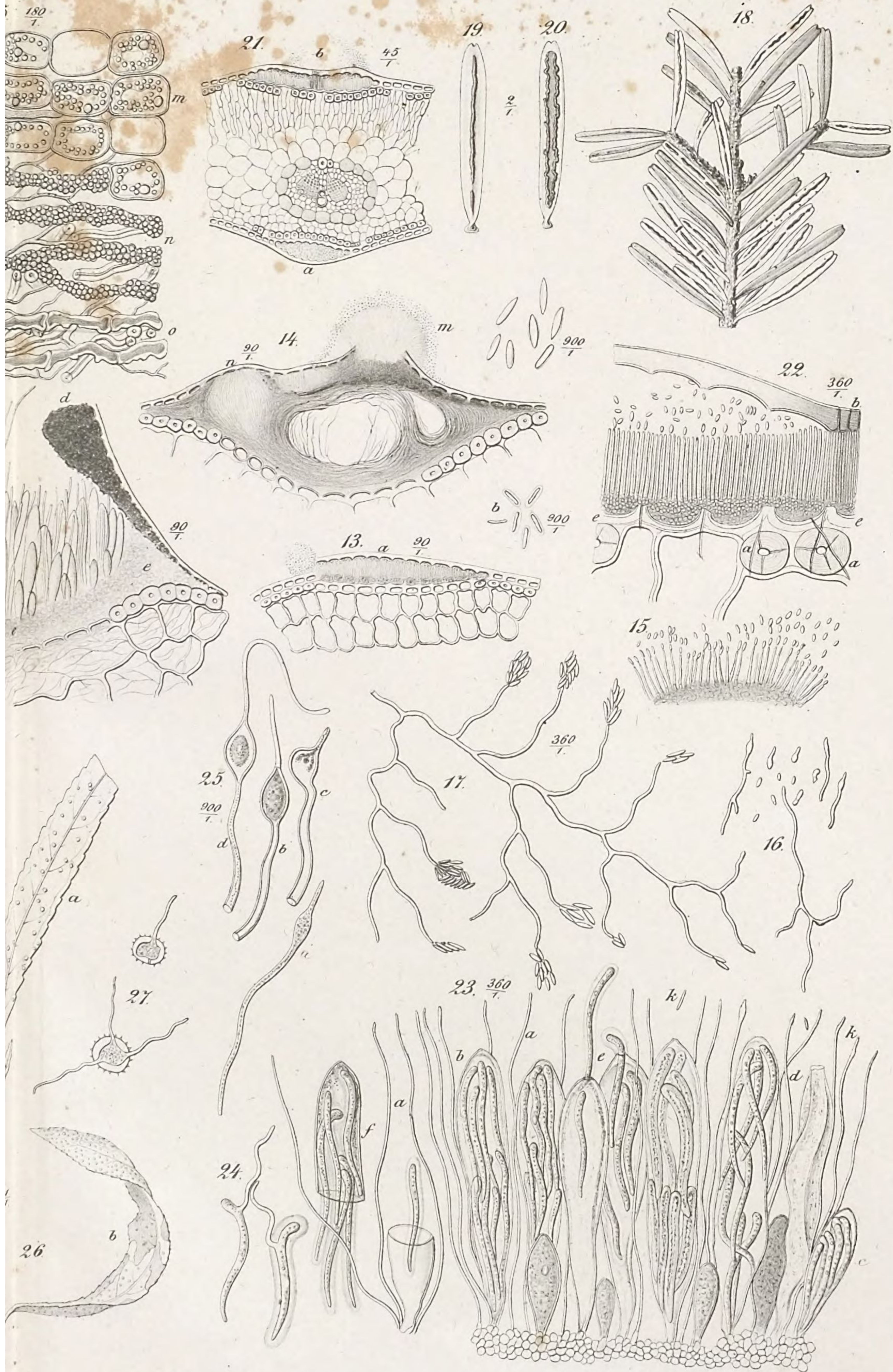






R. Hartig del.

Verlag v. Julius S.



Hartig, Robert,

Wichtige Krankheiten der Waldbäume Beiträge zur Mycologie und
Phytopathologie für Botaniker und Forstmänner

Berlin 1874

Bamberg, Staatsbibliothek -- Bot.q.88

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11437903-1